

第9回南極地学シンポジウム

プログラム・講演要旨

昭和63年10月25日(火)

9時30分～17時40分

昭和63年10月26日(水)

9時30分～17時00分

会 場 国立極地研究所講堂

主 催 国立極地研究所

日程表

10月25日(火)	10月26日(水)
<p>9:30 所長挨拶</p> <p>9:40 I. 昭和基地近傍の地質学 (5) 座長 廣井美邦 (千葉大 理)</p> <p>11:20 II. 南極の固体地球物理学 (2) 座長 瀬川爾朗 (東大 海洋研)</p>	<p>9:30 V. エンダービーランドとその周辺 (6) 座長 平川一臣 (山梨大 教育)</p> <p>11:30 VI. セール ロンダーネ セール ロンダーネ1. (2) 座長 神沼克伊 (極地研)</p>
<p>12:00 昼食</p> <p>13:00</p>	<p>12:10 昼食</p> <p>13:00</p>
<p>II. 南極の固体地球物理学 (4) 座長 瀬川爾朗 (東大 海洋研)</p> <p>14:20 III. エレバス火山の研究 (3) 座長 渋谷和雄 (極地研)</p> <p>15:20 休憩</p>	<p>VI. セール ロンダーネ セール ロンダーネ1. (2) 座長 神沼克伊 (極地研)</p> <p>セール ロンダーネ2. (4) 座長 白石和行 (極地研)</p> <p>15:00 休憩</p>
<p>15:40 IV. ドライバレーと南極半島の地学 (6) 座長 吉田栄夫 (極地研)</p> <p>17:40</p>	<p>15:20 セール ロンダーネ3. (5) 座長 浅見正雄 (岡山大 教養)</p> <p>17:00</p>
<p>18:00 懇親会(研究棟2階・講義室)</p> <p>19:30</p>	<p>()内の数字は講演数。</p>

10月25日(火曜日)

[9:30~17:30]

挨拶 国立極地研究所長 松田達郎 (9:30~9:40)

I. 昭和基地近傍の地質学 (9:40~11:20)

座長 廣井美邦(千葉大 理)

1. Nesōya産ペグマタイトー特にザクロ石-石英連晶について (20分)
○鈴木盛久 (広島大 学校教育)
松本健夫 (山口大 理)
2. The first occurrence of hoebomite in Antarctica:
Sinnan Rocks and Cape Ryūgū (20分)
○E.S. Grew (Maine Univ.)
Y. Hiroi (Chiba Univ.)
K. Shiraishi (NIPR)
3. Mineralogy of the syenitic rocks from the Yamato and
the Sør Rondane Mountains (20分)
○I. Oba (Joetsu Univ. Education)
K. Shiraishi (NIPR)
4. スリランカ先カンブリア代諸岩体の構造対比 (20分)
○吉田 勝 (大阪市大 理)
5. Antarctic Geoscience Transects (QML1A, QML1B) (20分)
○神沼克伊 (極地研)

II. 南極の固体地球物理学 (11:20~14:20)

座長 瀬川爾朗(東大 海洋研)

6. 昭和基地周辺の重力プロファイル (20分)
○長尾年恭 (金沢大 理)
神沼克伊 (極地研)
福田洋一 (東大 海洋研)
7. 南極・昭和基地及びあすか観測拠点における重力潮汐解析(序報) (20分)
○小川文雄 (東海大 理)
福田洋一 (東大 海洋研)
赤松純平 (京大 防災研)
渋谷和雄 (極地研)

----- 昼 食 ----- (12:00~13:00)

8. 昭和基地における無線テレメータ地震観測 (20分)
○赤松純平 (京大 防災研)
市川信夫 (京大 防災研)
神沼克伊 (極地研)
9. 南極における最近の地震観測体制と昭和基地での広帯域地震観測計画 (20分)
○村上寛史 (京大 理)
神沼克伊 (極地研)
10. トренд解析法による南極域の地形・重力異常解析 (20分)
○松本 剛 (海洋科学技術センター)
神沼克伊 (極地研)
11. GEOSAT人工衛星アルティメーターによる南極周辺のジオイド及び重力異常 (20分)
○福田洋一 (東大 海洋研)
瀬川爾朗 (東大 海洋研)

Ⅲ. エレバス火山の研究 (14:20~15:20)

座長 渋谷和雄(極地研)

12. 1987年のエレバス火山の噴火と地震活動 (20分)

○神沼克伊 (極地研)
村上克美 (東海大 理)

13. 南極・エレバス山における地震活動と地球潮汐 (20分)

○池上吉広 (神戸大 理)
大内 徹 (神戸大 理)
神沼克伊 (極地研)

14. 遠震による南極・エレバス山の山体構造 (20分)

○村上克美 (東海大 理)
神沼克伊 (極地研)

----- 休 憩 ----- (15:20~15:40)

Ⅳ. ドライバレーと南極半島の地学 (15:40~17:40)

座長 吉田栄夫(極地研)

15. 南極ドライバレー・バング湖の塩類の起源について (20分)

○加藤喜久雄 (名大 水圏研)

16. 南極マクマードドライバレー土壤中の炭化水素の特徴 (20分)

○松本源喜 (東大 教養)
秋山 優 (島根大 教育)
綿坂邦彦 (東大 教養)
鳥居鉄也 (日本極地研究振興会)

17. 南オークニー諸島周辺海域での地質調査について (20分)

森島 宏 (石油公団 石油開発技術センター)
○清水祥四郎 (石油公団 石油開発技術センター)
山口和雄 (石油公団 石油開発技術センター)
高山邦明 (石油公団 技術部)

18. 南極半島マランビオ島の永久凍土調査概報 (20分)

○福田正己 (北大 低温研)
A.E. Corte (アルゼンチン雪氷学研究所)

19. 南極半島マランビオ島のアイスウェッジ (20分)

○小泉武栄 (東京学芸大 地理)
福田正己 (北大 低温研)

20. 西南極マランビオ島ラルセン海岸の地形(予報) (20分)

○小元久仁夫 (日大 文理)

----- 懇 親 会 ----- (18:00~19:30)

会費 1500 円

会場 研究棟2階 講義室

10月26日(水曜日)

[9:30~17:00]

V. エンダービーランドとその周辺 (9:30~11:30)

座長 平川一臣(山梨大 教育)

21. 南極における変動ないし構造地形と東クィーンモードランド (20分)
○ 吉田栄夫 (極地研)
22. アムンゼン湾、リーセル・ラルセン山周辺の地形 (20分)
○ 安仁屋政武 (筑波大 地球科学)
林 正久 (島根大 教育)
23. マラジョーギナヤ基地近辺、Mt. Vechernyaya周辺の地形 (20分)
○ 安仁屋政武 (筑波大 地球科学)
林 正久 (島根大 教育)
24. エンダービーランド、ベチェルナヤ山及びリーセル・ラルセン山地域の地質 (20分)
○ 牧本 博 (地質調査所)
浅見正雄 (岡山大 教養)
E.S. Grew (メーン大)
25. 南極産変成岩中の希ガス (20分)
○ 齋藤和男 (山形大 理)
鈴木克典 (山形大 理)
26. モーソンチャークイトの自然残留磁気 (20分)
○ 船木 實 (極地研)
M. Idnurm (BMR Australia)

VI. セール ロンダーネ

(11:30~17:00)

セール ロンダーネ 1. <11:30~13:40>

座長 神沼克伊(極地研)

27. ブライド湾における海底地磁気観測 (20分)
○ 藤 浩明 (東大 海洋研)
佐藤夏雄 (極地研)
瀬川爾朗 (東大 海洋研)
28. セール ロンダーネの基準点測量について (20分)
○ 飯村友三郎 (国土地理院)
石原正男 (国土地理院)

----- 昼食 ----- (12:10~13:00)

29. セール ロンダーネ地域におけるJARE-28固体地球物理観測の概要 (20分)
○ 渋谷和雄 (極地研)
酒井量基 (極地研)
鮎川 勝 (極地研)
30. 氷流化しつつある氷床
ープリンセスラグンヒルド海岸・セール ロンダーネ山地の基盤地形からー (20分)
○ 西尾文彦 (極地研)
浦塚清峰 (通総研)
大前宏和 (北大 低温研)

セール ロンダーネ 2. <13:40~15:00>
座長 白石和行(極地研)

31. セール ロンダーネ山地西部の氷河地形と過去の氷床復元 (20分)
○ 森脇喜一 (極地研)
平川一臣 (山梨大 教育)
岩田修二 (三重大 人文)
32. セール ロンダーネ山地の地形発達システム (20分)
○ 平川一臣 (山梨大 教育)
33. セール ロンダーネ山地東部、バルヒェン地域の氷河地形と風化作用 (20分)
○ 林 正久 (島根大 教育)
安仁屋政武 (筑波大 地球科学)
34. Geology of the eastern Sør Rondane Mountains (20分)
○ M. Asami (Okayama Univ.)
H. Makimoto (GSJ)
E.S. Grew (Maine Univ.)

----- 休 憩 ----- (15:00~15:20)

セール ロンダーネ 3. <15:20~17:00>
座長 浅見正雄(岡山大 教養)

35. Preliminary petrological studies of the metamorphic rocks of the eastern Sør Rondane Mountains (20分)
○ E.S. Grew (Maine Univ.)
M. Asami (Okayama Univ.)
H. Makimoto (GSJ)
36. 東南極セール ロンダーネ山地に分布する高度変成岩類の原岩構成 (20分)
○ 小山内康人 (福岡教育大 地学)
白石和行 (極地研)
先山 徹 (広島大 理)
高橋裕平 (地質調査所)
児玉 聡 (福岡教育大 地学)
37. セール ロンダーネ山地の閃長岩類の全岩化学組成 (20分)
○ 先山 徹 (広島大 理)
高橋裕平 (地質調査所)
38. Preliminary geochronological study of granulites from the Sør Rondane Mountains - a comparison of Rb-Sr and Sm-Nd ages - (20分)
○ K. Shiraishi (NIPR)
H. Kagami (Inst. Study Earth's Int., Okayama Univ.)
39. セール ロンダーネ山地の深成岩類の Rb-Sr 年代 (20分)
○ 高橋裕平 (地質調査所)
荒川洋二 (筑波大 地球科学)
先山 徹 (広島大 理)

Nesöya産ペグマタイト —— 特にザクロ石-石英連晶について
 Pegmatite from Nesöya island: with special reference
 to garnet-quartz symplektite

鈴木盛久(広島大・学校教育)・松本健夫(山口大・理)

火成岩中に almandine に富むザクロ石が産する例は世界各地の calc-alkaline 岩類から報告されており、その母岩は花崗岩、ペグマタイト、アブライト、デイサイト、流紋岩などが多く、稀に安山岩、石英閃緑岩などの場合もある。従来の報告例からすると、殆どの場合それらは単独の斑晶または結晶として産する。

今回報告するものは、昭和基地北方約 700m に位置する Nesöya 島産のペグマタイトの中から 1975 年松本により見いだされたもので、岩石全体にわたって石英と“文象構造的”な連晶をなして発達する、極めて特異なザクロ石である。火成岩中に石英と連晶をなすザクロ石の産出例は極めて稀であり、わずかに New Zealand の白亜紀流紋岩からの報告 (Wood, 1974) があるのみである。しかもそれは斑晶として産するものであり、今回の試料とは明かに産状を異にする。

Nesöya 島は周囲約 2.5km の小島であり、本島を構成する片麻岩類は走向 NNW-SSE、20-40 度 E に傾斜した構造を示す。見かけ上の下位より角閃石片麻岩、ザクロ石片麻岩および輝石片麻岩からなり、メタバイサイトが密接に伴われる。火成岩として、角閃石黒雲母片麻状花崗岩の調和的岩体やペグマタイトの非調和的岩体が出現する。今回検討したザクロ石-石英連晶を有する微斜長石ペグマタイトは、本島の中央部において片麻岩類および角閃石ペグマタイトを貫いて出現する幅約 0.5~1.5m の岩脈である。主成分鉱物は微斜長石、斜長石、煙石英および黒雲母、副成分鉱物はメタミクトセリアナイトおよび本連晶である (Matsumoto and Sakamoto, 1982)。

本連晶部には暗赤色-赤褐色のザクロ石と灰白色の石英が約数 mm の幅で指交状に発達する。稀に斜長石も出現するが、

それはザクロ石の結晶縁に沿って狭長な不定形を呈して発達する。なお本連晶部にはカリ長石、雲母類、Fe-Ti 酸化物はみられない。

連晶部の主要鉱物の化学組成は以下の通りである。ザクロ石は石英、斜長石と接する縁辺部では Ca が少なく、中心部において多くなる。これに対して Fe, Mg, Mn は逆の相関を示す。代表的組成は縁辺部 $Alm_{72.4}Py_{16.0}Gro_{14.1}Sp_{1.2}$ 、中心部 $Alm_{71.2}Py_{16.5}Gro_{16.1}Sp_{1.2}$ である。斜長石も弱い逆累帯構造を呈し、ザクロ石との接触部では $An_{28.6-23.8}$ 、中心部で $An_{22.3}$ の組成を有する。Gr 組成はいずれの部分でも 2.8 以下である。

以上述べた構成鉱物の種類、組織および化学組成から考えて本連晶は明らかに珪長質マグマから晶出したものであり、また Fe-Ti 酸化物がみられないことを勘案すると、恐らく f_{O_2} の低い条件下での晶出を示唆する。このことは、本岩脈貫入時 (Queen Maud 変動時) のテクトニクスを考える上で興味深いことである。

(本報告は 1987 年の地学シンポジウムにおいて発表する予定で講演要旨を提出したが、演者らの都合 (海外出張) により講演取り消しのやむなきに至り、今回改めて発表させて頂く次第である)



Nesöya 産ザクロ石-石英連晶
 (スケールは 1 cm 刻み)

The first occurrence of hoegbomite in Antarctica: Sinnan Rocks and Cape Ryūgū

Edward S. GREW(Maine Univ.), Yoshikuni HIROI(Faculty of Science, Chiba Univ.)
and Kazuyuki SHIRAIISHI(Natl. Inst. Polar Res.)

Hoegbomite, an oxide primarily of Al, Fe, Mg, Ti and Zn, has been found in 14 samples of quartz-andesine(An42-49)-biotite gneisses from Sinnan Rocks(13 samples) and Cape Ryūgū(1). Associated minerals(see also Hiroi et al., 1983) include K-feldspar(1 sample), garnet (11), sillimanite(10), cordierite(6), hornblende(2), anthophyllite(1), spinel(7), rutile(10), as well as relict staurolite(5) and kyanite(5). Minor secondary muscovite and chlorite are virtually ubiquitous. In all the 11 samples examined in reflected light, ilmeno-hematite and magnetite are present, and in at least 9, ilmenite or hemo-ilmenite. Magnetite grains are commonly relatively coarse and poikilitic. Most of the ilmenite forms stout lamellae in magnetite, while the remainder occurs independently of magnetite. In a few sections, an ilmenite margin separates ilmeno-hematite from magnetite.

Hoegbomite forms small grains(up to 0.4mm) along the margins of magnetite or less commonly, enclosed in magnetite, but in only one case does it form a grain entirely isolated from magnetite by a silicate mineral. Hoegbomite is in direct contact with all the major silicate minerals including quartz, a previously unreported association (Grew et al., 1987). No contacts were found with K-feldspar, staurolite, kyanite, or hornblende, most likely, because these minerals occur only in minor amounts. Most commonly, hoegbomite is in contact with plagioclase, muscovite, or chlorite, and only rarely is hoegbomite(with opaque oxide) enclosed in garnet. Hoegbomite grains in places appear to embay or even replace magnetite, while elsewhere, it forms overgrowths on magnetite. Only a few grains of spinel appear in any given section, and in general, hoegbomite encloses this spinel and appears to be replacing it. In one section, hoegbomite and ilmenite form a selvage between hematite and magnetite. Like hoegbomite, rutile occurs as small grains next to, or rarely in, magnetite. Inclusions of rutile are also found in garnet. In summary, oxide mineral assemblages based on direct contacts include hoegbomite-magnetite-ilmenite-hematite, hoegbomite-rutile-magnetite, and hoegbomite-magnetite-spinel.

Preliminary electron microprobe analyses of hoegbomite in 8 samples yields 57-63 weight% Al_2O_3 , 18-25% Fe(as FeO), 3.8-6.4% MgO, 3.9-8.2% TiO_2 , 2.7-11% ZnO, 0.04-1.4% MnO, 0-0.2% Cr_2O_3 , and negligible NiO(no more than 0.1%). Hoegbomite compositions are more-or-less constant except for Zn, within a grain and from grain to grain(2-3 grains analysed at several points in most sections) in the Sinnan Rocks samples. In the Cape Ryūgū sample, hoegbomite composition is variable, most notably, Fe inversely with Al suggesting $Fe^{3+}=Al$ substitution. Among the Sinnan Rocks samples, Zn varies inversely with (Fe+Mg). In general Zn/Fe, Mn/Fe, and Mg/Fe ratios (total Fe) of hoegbomite increase with increases in the corresponding ratios for staurolite, garnet, and ilmenite in the samples from Sinnan Rocks. The distribution coefficient for hoegbomite-staurolite Zn/Fe is about 4, for hoegbomite-garnet and hoegbomite-staurolite Mg/Fe, about 1, and for hoegbomite-staurolite, -garnet, -ilmenite Mn/Fe, less than 1. Thus compositional variations in hoegbomite suggest a crude approximation to chemical equilibrium during crystallization of hoegbomite in the Sinnan Rocks samples.

Measured ZnO contents of magnetite and hematite range from 0 to 0.2%, values that may not be significantly above background, which is high for Zn in the microprobe analyses.

Hoegbomite crystallized late in the metamorphic evolution of the Sinnan and Ryugu areas, most likely, coevally with retrograde muscovite and chlorite. It may have formed at temperatures below 500°C, the upper temperature limit for the magnetite-rutile assemblage under natural conditions (Mielke and Schreyer, 1972, Braun and Raith, 1985). However, the alternative, higher temperature assemblage ilmenite-hematite occurs in the ilmeno-hematite and hemo-ilmenite intergrowths, which developed by exsolution during retrogression. The rutile-magnetite assemblage in the Sinnan-Ryūgū rocks may thus have formed above 500°C, either because of impurities, as discussed by Grew et al.(1987) for a similar situation in India, or because of a kinetic factor.

By analogy with hoegbomite occurrences elsewhere, as reviewed by Grew et al.(1987), we suggest that conditions necessary for hoegbomite formation in the Sinnan and Ryūgū rocks include (1)availability of Zn as well as Ti and Al, (2)relatively high oxygen fugacities, and (3)introduction of hydrous fluids. A possible origin for the hoegbomite is external granule "exsolution" from magnetite, that is, exsolution involving oxidation and limited migration of the exsolved material to the edge of the grain, a mechanism proposed for Buddington and Lindsley(1964) for ilmenite granules in magnetite. This hypothesis is consistent with the close association of hoegbomite and magnetite. More commonly, breakdown and oxidation of magnetite results in exsolution of spinel and ilmenite. Rare spinel occurs in the Sinnan-Ryūgū rocks, as well as lamellae of ilmenite, which probably formed by the "exsolution" process described by Buddington and Lindsley(1964). However, conditions in the Sinnan-Ryūgū rocks were favorable for hoegbomite, which formed instead of spinel (and replaces what spinel did form), and together with, or instead of, ilmenite and rutile. At the peak metamorphic temperatures, the magnetite probably incorporated minor Ti, Al, and Zn, the last released by breakdown of staurolite, relics of which contain 0.5-1.4% ZnO in the hoegbomite-bearing samples. If hoegbomite contains hydroxyl, as Gatehouse and Grey(1982) report, and a higher Fe^{3+}/Fe^{2+} ratio than spinel and ilmenite, then hoegbomite would form with or instead of spinel and ilmenite under the relatively oxidizing conditions of the hematite-magnetite assemblage as fluid activity increased during retrogression of the Sinnan-Ryūgū rocks.

References

- Braun, E. and Raith, M.(1985): Contrib. Mineral. Petrol., 90, 199-213.
 Buddington, A.F. and Lindsley, D.H.(1964): J. Petrol., 5, 310-357.
 Gatehouse, B.M. and Grey, I.E.(1982): Amer. Mineral., 67, 373-380.
 Grew, E.S., Abraham, K., and Medenbach(1987): Contrib. Mineral. Petrol., 95, 21-31.
 Hiroi, Y., Shiraishi, K., Yanai, K., and Kizaki, K.(1983): Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 28, 115-131.
 Mielke, H. and Schreyer(1972): Earth Plan. Sci. Lett., 16, 423-428.

Mineralogy of the syenitic rocks from the Yamato and the Sør Rondane Mountains.

Takanobu OBA (Joetsu University of Education) and
Kazuyuki SHIRAISHI (National Institute of Polar Research)

Chemical variations of amphiboles in syenitic rocks from the northern Yamato and the central Sør Rondane Mountains, Antarctica were investigated.

The Yamato Mountains are made up of late Proterozoic to early Paleozoic high grade regional metamorphic rocks, syenitic and granitic rocks. The syenitic rocks generally occur as large isolated masses and nunataks. Shiraishi et al. (1983) subdivided the syenitic rocks into the three lithologic group on the basis of field occurrence and mineral assemblages; two-pyroxene syenite, clinopyroxene quartz monzo-syenite and clinopyroxene syenite. In the northern Yamato Mountains, clinopyroxene syenite is dominant and two-pyroxene syenite layers occur in the clinopyroxene syenite at the stratigraphically lower section. By analogy from the southern Yamato Mountains, the syenites are possibly emplaced under the low-pressure granulite facies conditions (Asami and Shiraishi, 1985). The syenites are composed of porphyritic K-feldspar, plagioclase, quartz, biotite, Ca-amphibole, clinopyroxene and/or orthopyroxene. Brownish green hornblende with biotite and/or clinopyroxene shows a glomerophyritic texture. Ca-amphibole coexisting with large amount of biotite is generally common hornblende.

It is worth noting that bluish green hornblende which is close to edenite end member, occurs in the clinopyroxene syenite (Nos. Y80F3 and 73120904). The hornblende coexists with small amount of biotite, clinopyroxene, perthite, albite and ilmenite. Dominant ferromagnesian mineral is subhedral bluish green hornblende. Previous experiment suggests that edenite end member is unstable under the vapor pressure beyond 5 kbar. The composition of edenite shifts to tremolite-pargasite join under the high vapor pressure. A preliminary synthesized experiment for edenite suggests that the water vapor pressure for edenite is lower than that for hornblende under the same P-T conditions (Oba unpublished data).

The Sør Rondane Mountains are underlain by various kinds of upper amphibolite to granulite facies grade metamorphic rocks, possibly in late Proterozoic, followed by several stages of plutonism. A syenite mass, a few kilometer in diameter, occurs at the central part of the mountains. Previous work shows 460 Ma for Rb-Sr age on biotite (Picciotto et al., 1964). Three stages of syenite intrusions were observed. The oldest and largest body of layered syenite has a heterogeneous appearance in a mesoscopic scale. Characteristic dark mafic layers, a few tens of centimeters to a several meters wide, show rhythmic layering. Constituent minerals are K-feldspar, bluish green hornblende, bluish green clinopyroxene, biotite, quartz and plagioclase. In the leucocratic layer (85012103C) of the layered syenite, albite occurs along grain boundaries of orthoclase, whereas it occurs as very thin films around orthoclase in the mafic layer (85012103B). The younger leucocratic syenite (85012101A) consists of common minerals as the layered syenite. In the youngest syenite which characteristically contains green microcline (amazonite), no amphibole is observed and green clinopyroxene occurs as subhedral prisms.

Bluish green richteritic tremolite with large orthoclase phenocrysts appears in both the leucocratic and mafic layered syenites. Microprobe analyses show the maximum solubility limit of richterite content in tremolite is about 40 mole % in the leucocratic layer. Amphibole with microcline in the younger leucocratic syenite is common hornblende. As both hornblende and richteritic tremolite have the wide stability field, the appearance of richteritic tremolite depends on the high Na content of the bulk composition at the later stage of crystallization of the layered syenite.

スリランカ先カンブリア代諸岩体の構造対比

Comparative study of geologic structures of Precambrian rocks of Sri Lanka

吉田 勝 (大阪市大) (Masaru Yoshida, Osaka City University)

スリランカはインド洋の宝石であるといわれるが Cooray は "ゴンドワナランドの宝石" であると 1987 年にキャンディで開かれた IGCP236 の開会式で述べた。スリランカはゴンドワナ再構成において、インド-南極-アフリカの接合具合に、決定的に重要な鍵を提供すると見られるのである。

スリランカには、グラニュライト相で主として表成岩類から成る Highland Group 及び、角閃岩相で主としてミグマタイト質岩類から成る West Vijayan Complex と East Vijayan Complex が分布する (図 1)。さらに、キャンディ周辺の Highland Group 中には、角閃岩相のミグマタイト質岩類が、特異な舟状構造 (アリーナ) をなして所々に分布している (図 2)。グラニュライト相岩類と角閃岩相岩類の地質学的関係は、スリランカ周辺のゴンドワナ陸片地域でしばしば最も重要な問題として浮かび上がって来ている。スリランカでは、これらの岩類が特徴的に島内に分かれて分布し、両岩類の構造関係について昔から活発な議論が展開されて来たが、1980 年頃 (Munasinghe & Dissanayake, 1979) から、Highland Group が Vijayan Complex の上に緩傾斜で衝上していることが大方に認められるようになり、先カンブリア代ゴンドワナランドの構造成立についての重要な視点を提供しつつある。

最近のイオンマイクロプローブによるジルコンの U-Pb 年代や全岩の Nd-Sm 年代の研究は (German-Sri Lankan Consortium, 1987, Baur et al., 1987, Kröner et al., 1987, Millisenda et al., 1988)、両岩体の成因の関係に関する決定的に重要なデータを提供した。即ち、グラニュライト相岩類は、後期始生代地殻より物質供給を受けて初期原生代に源岩が形成され、約 18 億年前 (?) 11 億年前、7 億年前 (?) と 5 億年前に変成作用を受けた。一方角閃岩相の岩類は、最初期～後期原生代地殻から物質供給を受けて後期原生代に源岩が形成され、約 10 億年前、7 億年前 (?) と 5 億年前に変成作用を受けたとされている。細部に問題があるにしても、少なくとも両岩類が年代的、成因的に大きく異なっていることが明らかにされたのである。この結論を踏まえたうえで更に詳しく検討すべき一つの

重要な方向は、従来全く行われて来なかった、スリランカの各岩体間の構造特徴の比較研究であろう。

報告者は 1985 年と 1987 年の野外調査データをもとに、現在までのところ、Highland Group と South-West Group 及びキャンディ付近のアリーナ外側のグラニュライト相岩類とアリーナ内側の角閃岩相岩類の構造の比較研究をおこなった。その結果、この地域には少なくとも 4 期にわたる構造事件が認められること (図 3)、Highland Group と Southwest Group では殆ど同一の構造特徴と構造史を持つこと及び、キャンディ付近のアリーナ外側とアリーナ内側とは、後期の構造は共通するが、早期の構造に共通しないものがあることが認められた (図 4、5、6、7)。講演では更に、Highland Group と Vijayan Complex の構造対比も行ってみたい。

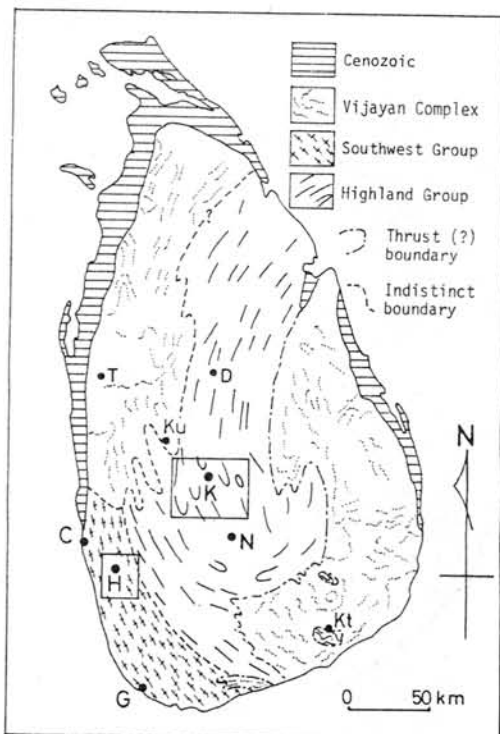


Fig.1. Geologic outline of Sri Lanka (modified from Cooray, 1978)

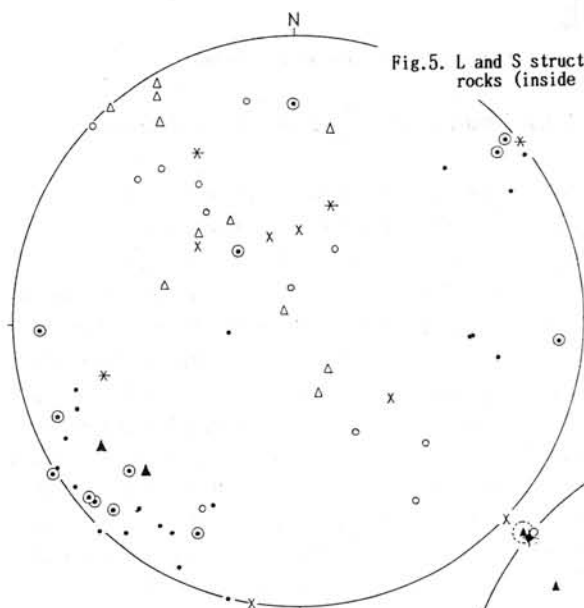


Fig.5. L and S structures of the amphibolite facies rocks (inside arenas) of the area around Kandy

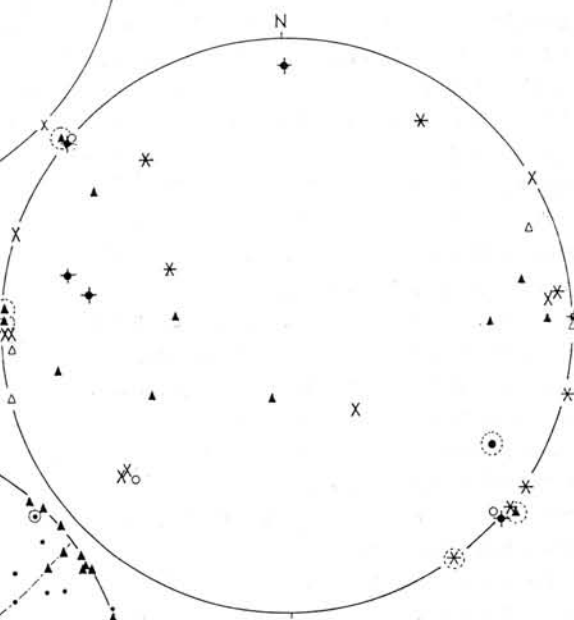


Fig.7. D₄ structures of Precambrian rocks of areas around Kandy and Horana

Key for schmidt projections (Fig.7)

KANDY Outside Arenas	AREA Inside Arenas	HORANA AREA	
*	X	⊗	Granitic veins
▲	△	⊠	Ductile fault with granitic veins
	○	⊙	Schistosity often associated with granitic veins
◆			Axial surface of gentle fold

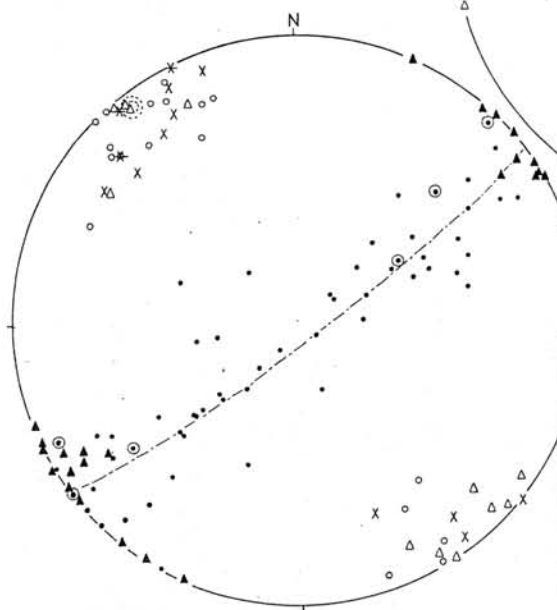


Fig.6. L and S structures of Southwest Group rocks of the area around Horana

Fig.2. Geologic structure of the area around Kandy (modified from Vitanage, 1985)

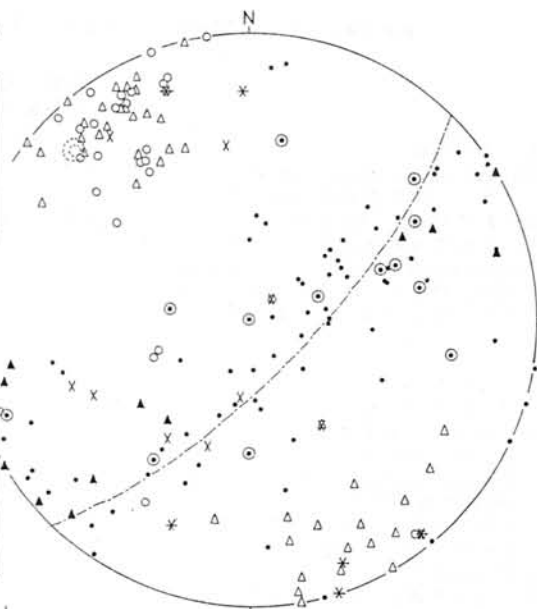
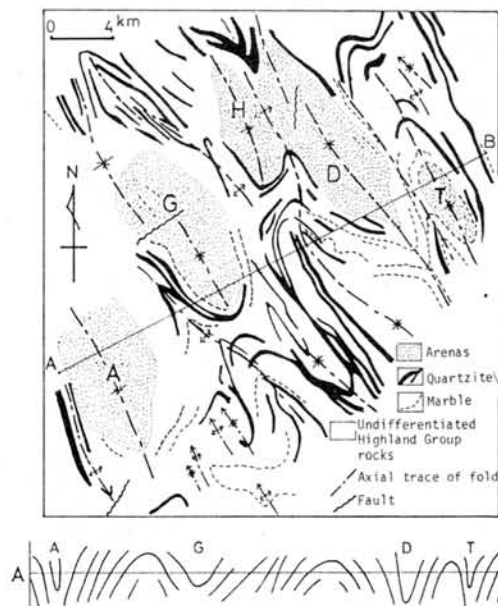


Fig.4. L and S structures of Highland Group rocks (outside arenas) of the area around Kandy

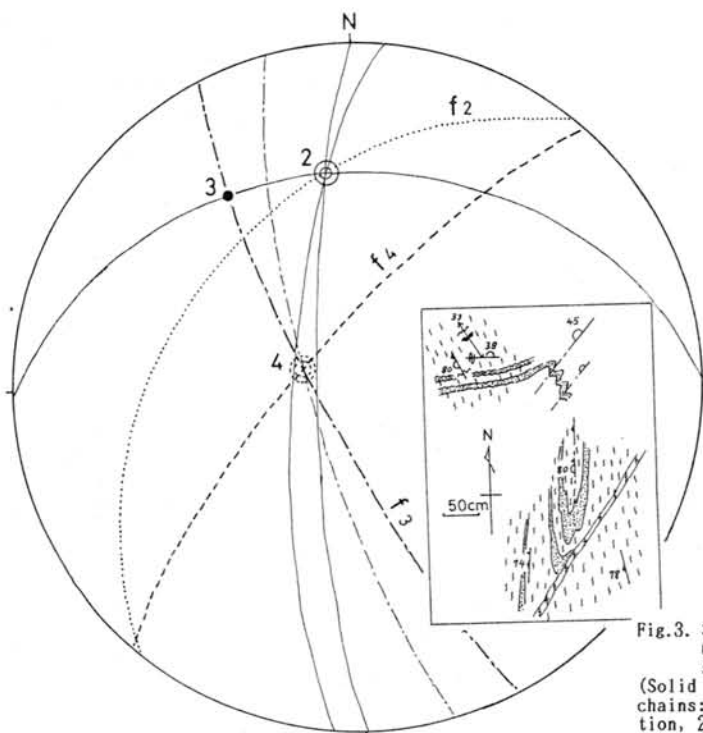


Fig.3. Superposed folds of the Highland Group gneiss at the Victoria Dam site, east of Kandy (Solid lines: banding, dotted lines and chains: axial plane of folds, 3: lineation, 2, 4: geometrically obtained fold hinges)

Key common for Figs.4,5,6.

- S-pole of banding
- ▲ S-pole of schistosity and foliation
- ⊙ S-pole of banding associated with rootless-isoclinal fold
- * Hinge of rootless and isoclinal small folds
- X Hinge of gentle-tight small folds
- Mineral distribution and undulation lineations
- △ Mineral lineation and intersection lineation
- ⊙ β maximum of s-poles of banding
- κ circle of s-poles of banding

Antarctic Geoscience Transects (QML1A, QML1B)

神沼 克伊
国立極地研究所

1. はじめに

Global Geoscience Transects (GGT)は、国際リソスフェア探査計画 (DELP) の一環として実施されている。Transectのフォーマットも決まり、それぞれ作業が進められている。Antarctic Geoscience Transects (AGT)も南極科学委員会 (SCAR) のもとに専門家会議が設けられ、会合を重ねながら Transectsの作成が進められている。

2. AGT

AGTは図に示した20本近いTransectsが検討されている。わが国はこれまで調査、観測を実施してきた、東南極大陸のクイーンモッドランドに2本のTransects QML1A、1Bを提案した。

QML1A中央部では、1979-1981年にかけて人工地震観測も実施され、重力測定、航空磁気測量などが繰り返し実施されている。ほとんどが氷に覆われ露岩が少ないので、より多くの地質情報を示すためにQML1Bも提案した。この測線上には点々と山脈やモナタークなどの露岩があり、地球物理情報は多くはないが、南極大陸のTransectsとしては地質情報が多い。

3. QML1A、1B

Transectsは極地研究所を中心に、次のようなメンバーが中心となって行っている。

総括：神沼克伊
重力：福田洋一、長尾年恭、伊藤 潔
地磁気：渋谷和雄、伊藤 潔
構造：伊神 燾、伊藤 潔
地質：白石和行、廣井美邦
古地磁気：船木 寛

その他の情報：渋谷和雄、長尾年恭

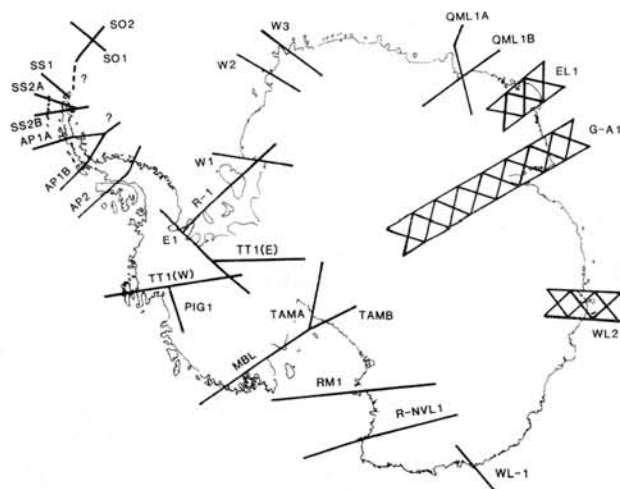
このTransectsで最も充実しているのが、重力のデータである。主にラコステ重力計で測定された陸上のデータに加え、極地研、海洋研の共同開発によるNIPR-ORI型海上重力計による海洋域のデータも豊富である。地磁気も航空磁気測量により陸上及び沿岸域のデータがある。

他のTransectsと異なる南極大陸Transectsの特徴は、その上に存在する氷床である。氷床表面の標高、厚さ、その下の基盤岩の地形を考えなければ、本当のGeotransectsにはならない。また、地震がほとんど起こらない地殻熱流量のデータがほとんど得られていない。残念ながらAGTは他のTransectsに比較して、いろいろなデータの質、量が一桁程度低い。QML1A、1Bは相対的にはAGTの中では豊富なデータがそろっている。

4. その他

AGTは他の地域と異なり独自の問題をいくつか抱えている。1988年9月5-9日オーストラリア・ホバートにおいてTransectsの専門家グループ会議が開かれ、検討が重ねられた。

Antarctic Geoscience Transects



昭和基地周辺の重力プロファイル

長尾年恭（金沢大理）， 神沼克伊（極地研）， 福田洋一（東大海洋研）

現在，一般的に重力を測定する手段として，陸上でのラコスト重力計などによる測定，海域での船上重力計による測定，さらに人工衛星の Altimeter のデータを用い，重力を求める方法などがある．航空重力計も開発されつつあるが，極域での応用はまだ報告されていない．このため，日本南極地域観測隊では，大陸氷床上でトラバースを実施する際には，できるかぎり重力測定も同時に実施し，その成果は JARE Data Reports 等に発表されてきた．この結果，1987年までに昭和基地・みずほ基地周辺地域の1200点を越える地点で重力値が得られた．

今回，Global Geoscience Transects (GGT) の一環として南極・昭和基地周辺の重力測定結果の再コンパイルおよびデータ精度の見直し等を実施した．現在，この地域では2本のトランゼクトが計画されている．ひとつは昭和基地～みずほ基地を結ぶルートを海側および内陸側に延長した総延長約 900km の測線（図1，QML-1），もうひとつは昭和基地とリュツォ・ホルム湾岸の露岩地域と内陸のやまと山脈地域を結ぶ北北東-南南西に約300km の測線（QML-2）である．このGGTに関係したデータは，大陸氷床上ではラコスト重力計による11次隊のみずほ基地～Y200のデータ，14次および22次隊による昭和基地～みずほ基地間のデータ，28次隊・砕氷船しらせのNIPR-ORI船上重力計による海域のデータである．

南極大陸氷床上でブーゲ異常を求める際の最大の問題点は，氷の厚さをいかにして知るにかかっている．現在，もっとも広く用いられて

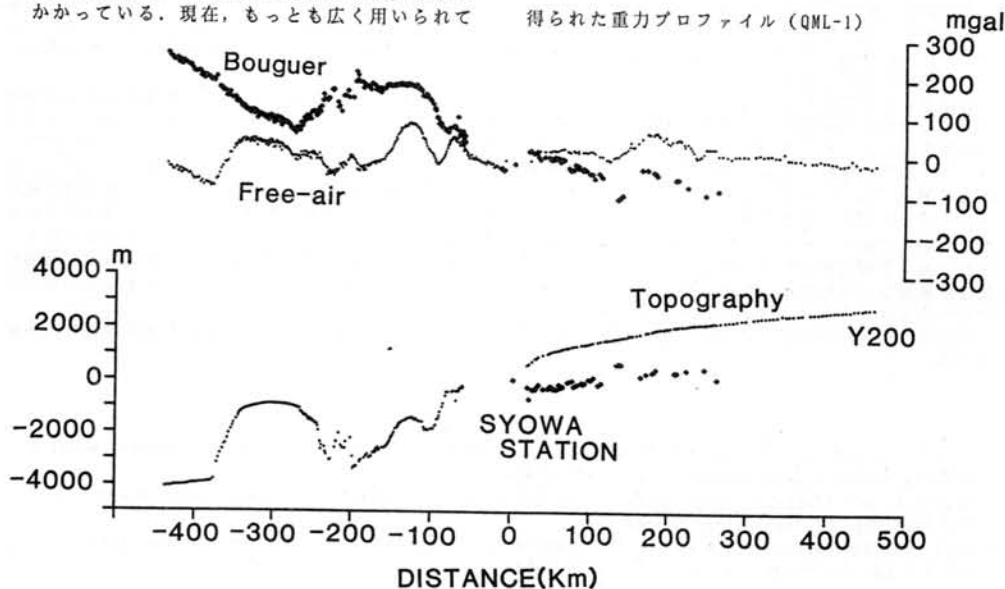
いる測定法はアイスレーダーである．しかし，すべての測定点でアイスレーダーの測定が行なわれていない点と，たとえ行なわれても基盤岩からの反射が得られていない測定点が多数あり，今後の課題となっている．

限られたデータではあるが，得られたブーゲ異常の特徴を見ると，内陸に向かって負の異常がほぼ一様に大きくなっている．これは大陸内部にむかってモホ面が深くening しているものと思われる．ブーゲ異常の差がすべて地殻とマントルの密度差によるものと仮定すると，昭和基地周辺とやまと山脈周辺でのモホ面の深さの差は約4kmと推定される．

*Reference

- Abe, Y. (1975): Gravity data. JARE Data Rep., 28.
 Kaminuma, K. and Nagao, T. (1984): Gravity survey in the Lutzow-Holm Bay and the Mizuho Plateau, East Antarctica 1981, JARE Data Rep., 89.
 Nagao, T. and Kaminuma, K. (1988): Gravity Survey in the Mizuho Plateau. JARE Data Rep., 132.
 Yoshida, M. and Yoshimura, A. (1972): Gravimetric survey in the Mizuho Plateau West Enderby Land area, East Antarctica, 1969-1971. JARE Data Rep., 17

得られた重力プロファイル (QML-1)



南極・昭和基地及びあすか観測拠点における重力潮汐解析(序報)

東海大理
小川文雄東大海洋研
福田洋一京大防災研
赤松純平極地研
渋谷和雄

地球を剛体と考えた場合の重力の変化量と、弾性体として考えた場合の重力の変化量の関係を表わす δ -ファクターは、地球の固体部分の密度と剛性率の分布で決まるLove係数を含んでいる。従って観測場所の緯度や地下構造、海洋潮汐の影響等による δ -ファクターの地域特性を調べることは地球の力学的性質を考える上で重要なことである。天体の引力によっておこる地球潮汐や海洋潮汐は、その分潮振幅が、地球に対する天体の位置とともに地球上の観測点の緯度の関数となっている。このため高緯度にある観測点では、重力変化に影響を与える分潮の種類や振幅が低緯度地域と比べて小さい。また、地表を覆う大量の水の質量も極域での重力潮汐に影響すると考えられる。このような特徴を有する極域における地球潮汐を調べる目的で、JARE-28により昭和基地、あすか観測拠点においてラコステG型重力計を用いた重力潮汐観測が行なわれたので、その予想的な解析結果を報告する。

使用された重力計と観測システムの概要を表1に示す。地球潮汐に伴う重力変化はフィードバックアンプ(Harrison and Sato, 1984)の出力電圧としてアナログ出力されたあと、16bit A/D変換されデジタルレコーダーTEAC DR-55に記録されている。データは30分毎に記録され、1つの重力値は8秒間(又は15秒間)に8回(又は15回)、1秒毎にサンプリングされたものの平均値である。ラコステ重力計は、重力の変化量を重力計内部の鉛直振子(ビーム)の変位という形で観測する。フィードバックアンプを重力計に接続した場合、ビームの動きを束縛するために必要な外部からの電圧を、重力の変化量に比例した値として得るため、重力計のビームそのものは動かない。このようにフィードバック電圧を記録することは、重力計のリードアウト出力電圧をそのまま記録するのに比べて、地震による加速度変化等のショックに対する保護回路としてもフィードバックアンプが働き、出力電圧の増幅率の調節が容易であるという利点がある。出力感度はほぼ月1~2回の割合で検定され、レベル変化、温度変化による出力感度変化値の記録がとられており、データ解析時に出力感度補正に使用する。昭和基地とあすか観測拠点では出力感度やデータのサンプリング・レートに若干の相違はあるが、両観測点とも質のそろった記録が得られている。

図1は解析に使用するフィードバックアンプ出力電圧のデジタル時系列データを表わしている。図中に見られるデータのジャンプは重力計の「long level」(及び「cross level」)の修正によるものである。

今回、昭和基地で350日分、あすか観測拠点で193日分のデータが得られたが、それぞれの全時系列を30日間ごとの区間データセットに分けて、地球潮汐データを最小二乗法的に解析するプログラム、BAYTAP-G (Version 88-4-28, Ishiguro and Tamura, 1985)を用いて解析し、観測データから算出された潮汐と理論潮汐との間のばらつきが、一番小さい区間データセットの解析結果で代表させている。また重力潮汐変化は気温、気圧等と相関特性を持つことが指摘されているが、今回の解析結果にはその影響は考慮されていない。フィードバックアンプ出力変化は重力変化と逆相なので、図1に表わされる変化は見かけ上重力値が大きくなる経年変化を持つことを示している。このドリフトは重力計内部のバネが材質のクリープのために伸びることによって生じる。このようにドリフトや出力感度の異なる期間を有する潮汐データはBAYTAP-Gを用いて解析することにより最適の分潮パラメーターを求めることができる。

表2は得られた各分潮の δ -ファクター(FACTOR)、理論潮汐からの位相のずれ(PHASE)、振幅(AMPLITUDE)とそれらの誤差(RMSE)を示す。振幅は μgal で表されている。昭和基地、あすか観測拠点ともに30日間のデータの解析結果であるが、昭和基地での観測データは脈動やブリザードの影響、観測場所の気温変化を大きく受けて δ -ファクター、振幅のどちらもあすか観測拠点での観測データよりも誤差が大きく、また両観測点とも理論潮汐からの位相のずれが大きい。

観測結果と対照させるため、GOTIC(Sato and Hanada, 1984)により計算された昭和基地における海洋潮汐効果を考慮した重力潮汐の各理論分潮値を比較のため表3に示す。 Q_1 (主太陰楕円日周潮)、 O_1 (主太陰日周潮)、 K_1 (日月合成日周潮)、 N_2 (主太陰楕円半日周潮)、 M_2 (主太陰半日周潮)の5分潮の比較では、重力潮汐の理論予測値に対する観測結果が振幅については-1.2~+7.3%の誤差範囲で一致するのに対し、位相は絶対値で2~5°ずれている。これは気圧変化と海洋潮汐変化の位相成分が、両観測点における重力潮汐変化の位相成分に大きく影響するためと考えられる。気圧変化とは大気質量の増減を意味するので、大気の引力の影響を考慮して補正した場合、観測された重力の潮汐変化の振幅や位相がより理論予測値に近づく予測される。また海水の干満も海水質量の増減に伴う引力変化、即ち観測される重力値の変化を意味し、海水の質量が地殻に及ぼす影響とともに考慮しなければならない補正項である。これらの補正ののち δ -ファクターもより地球の固体部分のみを考えた時の値に近づくと考えられる。

今後さらに各種補正等を考慮し、かつ長期間データを用いて解析を行い、実測値と理論値の比較を行なう予定である。

Reference

- J.C.Harrison and Sato,T., Implementation of Electrostatic Feedback With a LaCoste-Romberg Model G Gravity Meter, J.Geophys.Res.,89,7957-7961,1984.
Ishiguro,M. and Tamura,Y., 1985: BAYTAP-G in TIMSAC-84, Computer Science Monographs, No.22, The Institute of Statistical Mathematics.
Sato,T. and Hanada,H., A Program for the Computation of Oceanic Tidal Loading Effects 'GOTIC', Pub.Int.Lat.Obs.Mizusawa, 18, No.1, 29-47,1984.

表2 BAYTAP-Gによる両基地の分潮解析結果(暫定値)

STATION	SYOWA STATION, ANTARCTICA			
LON.	29.581 E			
LAT.	-29.005 N			
H.	24.00 M			
INSTRUMENT	LACOSTE G-477 (WITH FEED BACK)			
AMPLITUDE	MICRO-GAL			
PERIOD	1987 1 9 18.0 - 1987 2 8 17.5			
	(RMSE)	PHASE (RMSE)	AMPLITUDE (RMSE)	
	(LOCAL, LAG-NEGATIVE)			
Q1	1.2801 (0.1190)	-3.34 (5.32)	-3.34 (5.32)	5.10 (0.47)
O1	1.2165 (0.0266)	-0.87 (1.25)	-0.87 (1.25)	25.32 (0.55)
M1	1.1553 (0.3750)	0.67 (18.56)	0.67 (18.56)	1.89 (0.61)
P1	1.3334 (0.2133)	-3.15 (8.94)	-3.15 (8.94)	12.52 (2.07)
S1	1.3409 (0.4068)	-0.54 (18.77)	-0.54 (18.77)	0.29 (0.09)
K1	1.1512 (0.0638)	2.59 (3.50)	2.59 (3.50)	33.19 (0.32)
J1	1.0185 (0.1963)	1.89 (19.86)	1.89 (19.86)	1.57 (0.32)
001	1.3773 (0.3141)	-12.06 (13.02)	-12.06 (13.02)	1.54 (0.26)
2N2	1.3598 (0.2603)	25.90 (2.71)	25.90 (2.71)	0.58 (0.06)
M2	1.4372 (0.0618)	2.94 (0.69)	2.94 (0.69)	2.66 (0.13)
L2	1.3547 (0.0163)	1.07 (0.69)	1.07 (0.69)	1.08 (0.16)
M2	1.3695 (0.3417)	-10.60 (15.12)	-10.60 (15.12)	0.37 (0.10)
S2	1.4559 (0.0833)	-4.29 (3.30)	-4.29 (3.30)	6.53 (0.37)
K2	1.0898 (0.2428)	-11.55 (12.73)	-11.55 (12.73)	1.33 (0.30)

(昭和)

(あすか)

STATION	ASUKA AD. CAMP. ANTARCTICA
LONG.	24.131 E
LAT.	-71.525 N
HEIGHT	965.00 M
INSTRUMENT	LACOSTE G-805 (WITH FEED BACK)
AMPLITUDE	MICRO-GAL
PERIOD	1987 8 30 18.0 - 1987 9 29 17.5

SYMBOL FACTOR	(RMSE)	PHASE (RMSE)		AMPLITUDE (RMSE)
		(LOCAL, LAG-NEGATIVE)		
Q1	1.2839	1.56	(1.24)	4.60 (0.10)
O1	1.2401	-0.26	(0.25)	23.20 (0.11)
M1	1.3320	-2.42	(3.55)	1.96 (0.11)
P1	1.0948	-1.44	(2.47)	9.53 (0.48)
S1	1.1280	-1.23	(25.57)	0.23 (0.10)
K1	1.1611	-0.81	(0.68)	30.55 (0.42)
J1	1.1611	-4.66	(2.40)	1.82 (0.08)
001	1.2376	3.15	(2.20)	1.12 (0.04)
2N2	0.9881	-16.61	(7.65)	0.19 (0.03)
M2	1.2614	0.66	(1.16)	1.82 (0.04)
N2	1.3115	1.77	(0.23)	9.91 (0.04)
L2	1.7118	11.64	(10.28)	0.37 (0.07)
S2	1.4662	-0.48	(1.57)	5.15 (0.14)
K2	1.1565	-9.33	(5.48)	1.11 (0.11)

図1 昭和基地及びあすか基地における重力朝タデータ
(1987年のJulian dayで示す)

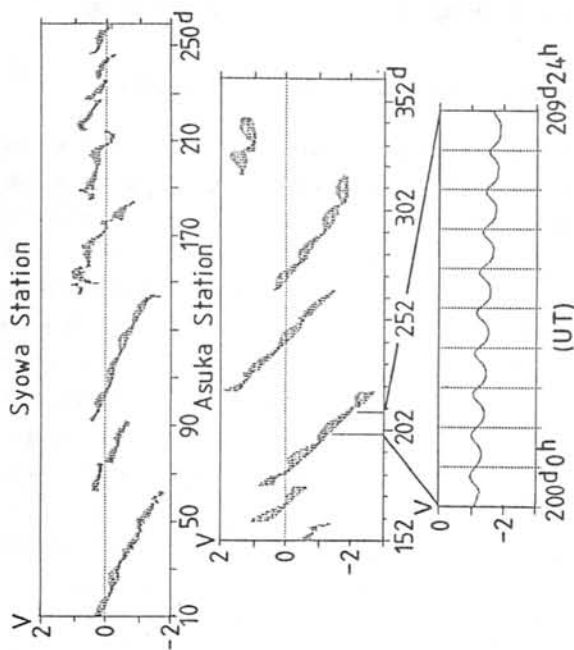


表3 昭和基地の重力朝理論予測値

'GOTIC' theoretical earth tide		with oceanic effects	
R-Phase (LAG-NEGATIVE)	Amplitude (MICRO-GAL)	R-Phase (LAG-NEGATIVE)	Amplitude (MICRO-GAL)
Q1	1.64	4.97	
O1	1.02	25.62	
K1	0.27	34.24	
N2	-0.34	2.48	
M2	2.87	12.21	

表1 観測システム概要

重 力 計	昭和基地	あすか基地
出力方式	G-477 Harrison-Sato Feedback Amp	G-805 Harrison-Sato Feedback Amp
出力感度	~1.952 V/mgal	~3.507 V/mgal
レコーダー	TEAC DR65	TEAC DR65
サンプリング	30分毎	30分毎
データ平均	1秒サンプリング	1秒サンプリング
記録期間	~'87.1.9	~'87.12.24
	15 point平均	8 point平均
	'87.6.1	'87.12.10

昭和基地における無線テレメータ地震観測

赤松純平・市川信夫（京大防災研） 神沼克伊（極地研）

昭和基地周辺地域の地震波伝播特性の研究と局所的な構造性地震の観測を主な目的として、PCM テレメーターを用いた地震観測網を展開した。観測点は、基地地震計室、とっつき岬、ラングホブデの3点（3成分28次設置）と、東オングル島内の3点（上下動成分29次設置）である。図1に観測点の位置、図2にシステムのブロック図を示した。イベント・トリガー方式でアナログ磁気記録を得る。地震の識別と記録器の制御は、SYO 上下動成分（V）を3つの周波数帯に分け、各々の STA/LTA によって初動を検出し、その論理和によって記録器を

動かす。脈動が大きく、広帯域では S/N 比の小さい地震でも初動から集録できる。総合感度は 1-30 Hz で 4 V / m Kine, ダイナミックレンジは 60 db である。

東オングル島内での予備観測を経て、TOT は 1987 年 6 月に、LAN は 8 月に開始された。島内の3点（W, E, S）は、1973 年以来度々用いられてきた点で、1988 年 2 月に始まった。送信器の電源は太陽電池による。冬場のバックアップ用に空気-亜鉛燃料電池を計画したが凍結して利用できず、TOT は 7 月 19 - 26 日、LAN は 5 月 24 日 - 8 月 1 日の間欠測した。

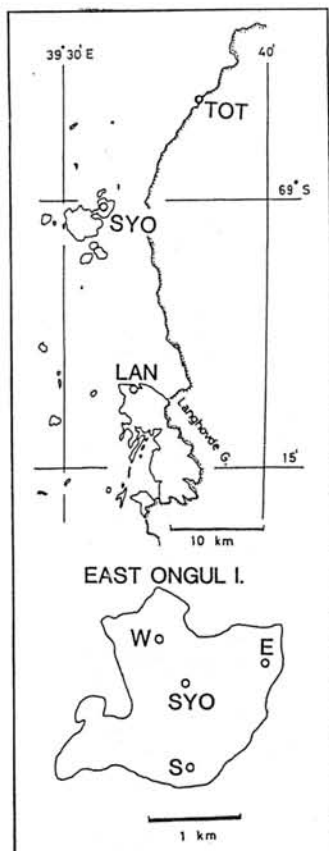


図1 観測点の位置

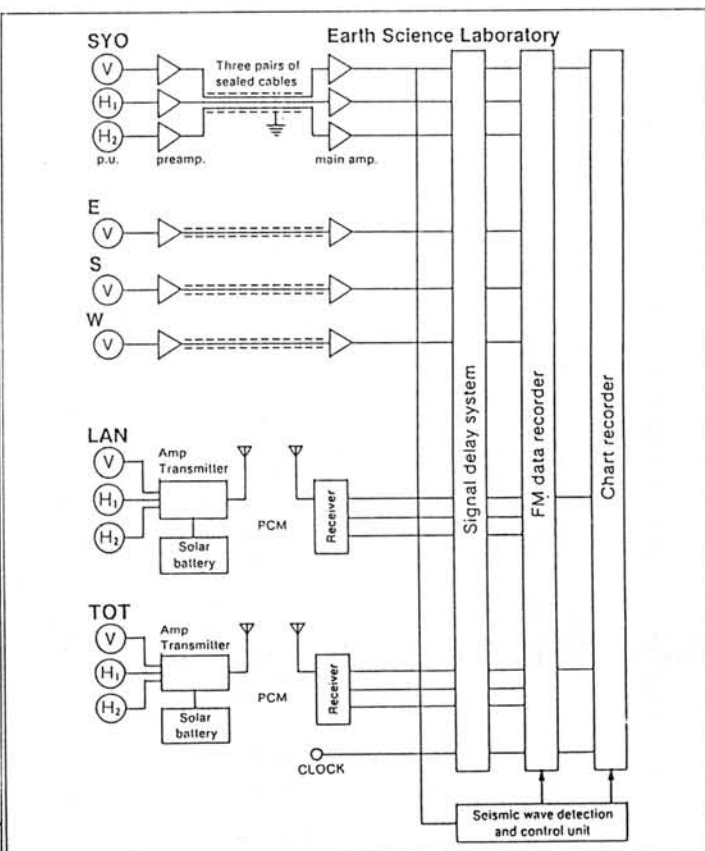


図2 観測システムのブロック図

テレメーター送信器のAD変換器にビット落ちがあり応急処置が施されていたが、1988年1月に正常になった。

1988年1月末までに約4400個の震動が記録された。その約9割が、海水や大陸氷床の破壊による氷震である。氷河や氷床の流動に起因すると推定される連続微動も多く記録された。

1987年3月の島内予備観測(SY0, W, E, S)で氷震の位置を求めた。神沼と羽田(1979)は、氷震を、立ち上がりの明瞭なI型と不明瞭なII型とに分けたが、I型はオングル島海岸近くの海水の、II型はオングル海峡を隔てた大陸海岸付近の海水や内陸部の氷床の破壊に関係しているらしい。

氷震は地震に比べ破壊応力の小ささを反映して卓越周期が長い。内陸部で起こる氷震や氷河流動に伴う震動はSY0では相の不明瞭な遠地震の様に見える。

残りの1割はおもに遠地震で、構造性微少地震4個を含む。図3は基地北西約50kmのリュッツホルム湾海底で発生した地震の記録波形である。トリガーはかからなかったがモニター記録では25分後に余震が起こっている。図4に1988年1月末までに記録さ

れた近い地震の震央位置を示す。震源は浅いと仮定して求めている。基地北東170kmの地震(June 10)の発生域には、1987年3-5月に約10個の微少-極微少地震が発生した。

1988年2-9月の間に約7000個の震動が記録されている。

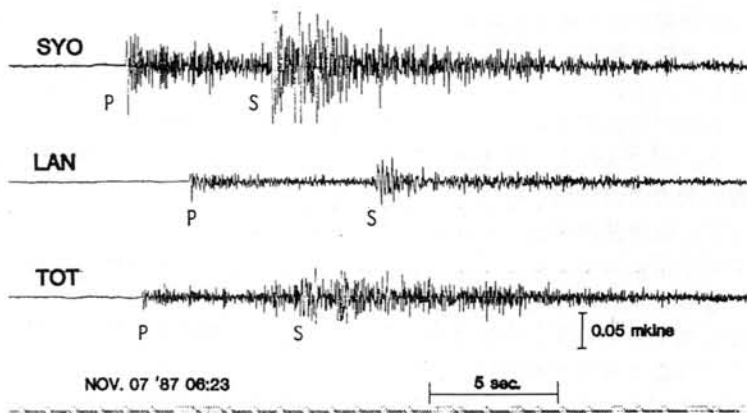


図3 構造性地震の波形例

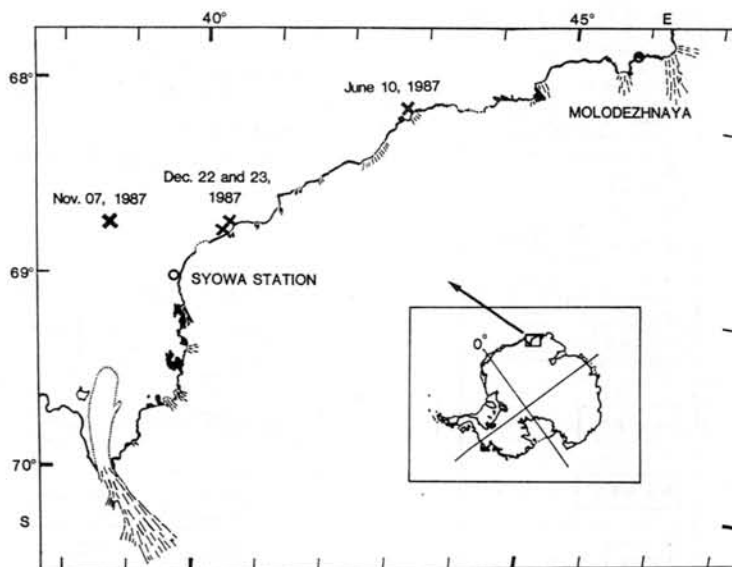


図4 近い地震の震央位置

南極における最近の地震観測体制と 昭和基地での広帯域地震観測計画

村上 寛史 (京都大学理学部)

神沼 克伊 (国立極地研究所)

南極大陸においては、約10点の各国基地で I G Y以来、自然地震観測が続けられている。現在昭和基地には長周期および短周期の自動地震観測システムが置かれ、I S Cへの報告など南極大陸での重要な地震観測点として機能している。

第28次観測隊より3ヶ年計画で実施されている、テレメータによる3点観測で、微小地震活動と地質構造との相関、氷震の時空分布など、昭和基地周辺のこれまでにない微細な情報が得られている。

近年グローバル地震学と呼ばれる分野に関心が集まっている。これは地球内部のより詳しい構造を解明する目的で、全世界的な広帯域・広ダイナミックレンジ・高精度の地震観測網を展開しようというものである。

こうした世界的な地震学の動きにあわせて

昭和基地では、第30次観測隊より従来の観測システムと並行して、S T Sフィードバック型地震計による広帯域($T=0.1\sim 360\text{sec}$)、広ダイナミックレンジ(140dB)のデジタル観測を行なう。

Fig.1にそのシステムを、Fig.2に試験的なoperationにより得られたアナログ波形例を示す。遠地の被害地震から、近地の微小振動まで、広いダイナミックレンジを持つことが分る。

昭和基地における観測では、南極での数少ないグローバル地震観測点として、地球内部構造の研究に貴重なデータを提供すると同時に、ゆっくりとした氷河の流動などのこれまでは得られなかった波動・振動情報が得られる。

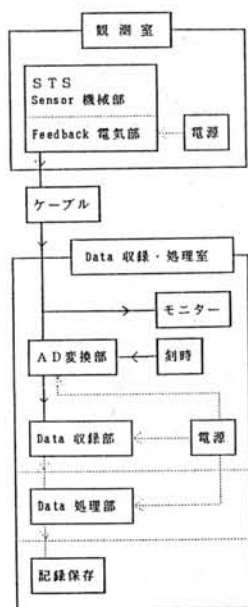


Fig. 1

広帯域STS地震計の観測システム。

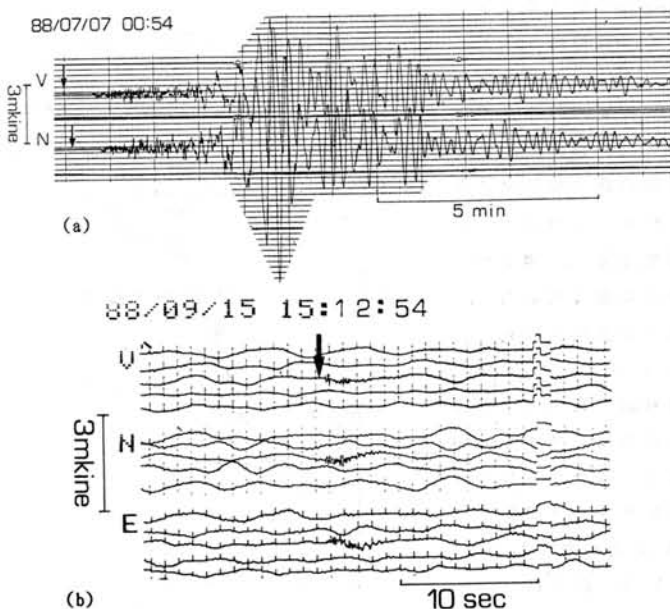


Fig. 2

S T S地震計により京都大学阿武山地震観測所地下壕にて得られた波形例。

(a) $M=6.4$ 釧路沖地震、深さ60km。(b) 近地の砕石発破による振動($\Delta \approx 5\text{km}$)。

トレンド解析法による南極域の地形・重力異常解析

海洋科学技術センター 松本 剛
 国立極地研究所 神沼 克伊

1. はじめに

南極域の地形・重力測定は他の地域に比べて必ずしも充分であるとは言いがたいが、それでも近年、陸上・海上測定数の増加や人工衛星の計測データの利用技術の開発によって、詳細な地形図や重力異常図がまとめられるようになった。これらの情報を数値化し、適当な間隔の格子点データにまとめることによって、コンターマップや鳥瞰図の作成に利用すること、若しくは地形・重力の波長解析に供することも行われているが、これらのデジタルデータのトレンド解析を電子計算機によって行い、その特徴を抽出すると云う目的にも利用が可能である。本講演に於いては、これらデジタルデータを用いたトレンド解析法のうちの幾つかを紹介し、この手法を応用した例として、先に発表された南極重力図を作成するにあたって用いた地形・重力データから読み取れる特徴について報告する。

2. デジタルデータの特徴抽出

デジタルの地形・重力異常データの情報をもとにしたリニアメント抽出、断層の推定等の解析には、画像処理に用いられるエッジ検出法が応用される。すなわち、これらの測定データをもとにした正確な格子点データが与えられると、それを用いて勾配（1階微分）やラプラシアン（2階微分）を求めることにより、それらの特徴が強調されて表わされる。この微分演算は、実際には数値微分法により計算される。格子の大きさを 1×1 とし、 (i, j) 番目の格子点の値を d_{ij} とおくと、前者は

$$\sqrt{(d_{i+1,j} - d_{i-1,j})^2 + (d_{i,j+1} - d_{i,j-1})^2} \quad 2$$

後者は

$$d_{i+1,j} + d_{i-1,j} + d_{i,j+1} + d_{i,j-1} - 4d_{i,j}$$



図1 南極及びその周辺海域のフリーエア異常の急勾配の場所。

と表わされる。一般に、高次の微分係数ほど短波長成分が強調され、断層の存在や構造の変化の推定に有効な資料を提供する。但し、微分計算を行う前に適当なフィルター処理をしておかないと、観測データのノイズがそのまま強調されることにもなりかねないので、注意を要する。

図1は、南極及びその周辺海域のフリーエア異常データをもとに、急勾配の場所をプロットしたものである。南極半島やロス海周辺の海溝系、クイーンモードランド、南極横断山脈での急勾配が明瞭に示される。

3. 落水線作図と地形の走向・形状の自動作図

落水線は陸上地形について水系を求めるために利用される。地形の格子点データを用い、或る点を中心として8方位探索により最急勾配の隣点をもとめ、この向きに水流が起こると仮定する。この様にして水流をたどれば落水線図が完成する。更にこれをもとに、各点での流量を計算すれば、その量が多い点をぬりつぶして行くと、凹地地形の列（トラフ又はグラベン）の形状が明らかとなる。図2はこの手法を氷床地形に応用した例であり、氷床地形の凹凸から流路を予測したものである。これを表面流線分布（Budd et al., 1971）と比較することにより、その違いの原因を検討する必要がある。

4. おわりに

従来行われて来たトレンド解析は、ともすれば人間の主観に頼りがちであったが、大型計算機の活用によって、大量のデジタルデータを短時間に処理し、定量的・客観的なトレンド解析を行う事が可能となった。海底地形については、例えばシービームの活用により、局所的に精密地形データが得られており、それを用いたトレンド解析も進んでいる。南極域についても、例えば昭和基地周辺（海域も含め）などは、局所的にせよ測定数が格段に増加しており、詳細なデータが蓄積するにつれてより信頼性の高い解析を行うことが可能である。

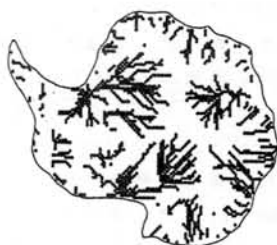


図2 氷床地形の凹凸から予測される流路。

GEOSAT人工衛星アルティメーターによる 南極周辺のジオイドおよび重力異常

東京大学海洋研究所

福田洋一・瀬川爾朗

はじめに

1985年3月にレーダーアルティメーターを搭載したGEOSAT衛星が打ち上げられ、新たな海面高データが得られるようになった。アルティメーターを利用した南極周辺のジオイド、重力異常の研究は、従来も、SEASATのデータを利用して行われていたが、良く知られているように、SEASAT衛星の寿命が約3カ月と短かったため、南極周辺で利用できるデータは、冬季のものに限られ、データの質は、海水の影響などにより、必ずしも満足のいくものではなかった。一方、GEOSAT衛星は、現在も順調に運用を続けており、南極の夏期のデータも含め、既に、2年近くのデータが蓄積されている。そこで、本研究では、これらのデータの内、1987年1月15日から2月1日までの17日間のデータを用い、新たに、南極周辺のアルティメトリックジオイドおよび重力異常を求めた。

GEOSATアルティメーターデータ

GEOSATのアルティメーターデータは、最初の18カ月間のGEODETIC MISSIONのものと、その後のExact Repeat Mission(ERM)のものとに分かれる。この内、GEODETIC MISSIONのデータは、軍事機密として公表されていないが、その後の、ERMのデータは、NOAAのNODCを通じて一般に公開されている。今回使用してデータも、ERMのものである。

ERMでの衛星軌道は、高度800km、軌道傾斜角108°で、244周回(17.05日)後、1km以内の精度で同じ軌道に戻るよう設定されている。これらのパラメータは、SEASATのそれと極めて近く、また、衛星の軌道が固定されているため、空間的な分解能と言う意味では、魅力に乏しいが、繰り返し測定による海面変動の除去などにより、精度の向上が期待できる。なお、アルティメーターの精度であるが、基本的には、SEASATのそれとほぼ同程度と考えら

れているが、重力モデルの改良や処理技術の向上により、総合的な精度は、若干向上している。

データ処理の概要

NODCから配布されるGEOSATのデータは、Geophysical Data Record(GDR)と呼ばれるもので、海面高測定データの他に、補正に必要なデータも一緒に含まれている。そこで、処理の第一段階として、データフォーマットの変換と同時に、海面高データに各種の地球物理学的な補正を施し、補正済みの海面高データを衛星の昇軌道に属するものと降軌道に属するものに編集しなおした。この際、誤差の大きなデータ等は除くことにした。

次に、衛星の軌道誤差は、各軌道毎の海面高のデータが、基準となるジオイドにフィットし、かつ、昇軌道と降軌道の交点での海面高の差が最小になる条件で補正した。この際、基準のジオイドとしては、GDRに含まれるRappのものを、また、軌道のエラーモデルとしては、時間に対する1次式を用いた。

軌道補正は、南極の周辺のデータを同時に解くことが望ましいが、計算機の容量の関係で、経度90°毎にその前後45°のオーバーラップで処理し、最終的に、オーバーラップの部分は、加重平均値を採用した。オーバーラップの部分での値の差は、大きいところでも数10cm程度である。軌道補正の結果、軌道交点での差は、rmsで、2-4mから20cm程度に減少した。次に、軌道上での海面高データを元に、2次元の補間法で10°x10°のグリッドデータを作成した。図1に得られたアルティメトリックジオイドを示す。

ジオイドから重力異常への変換は、上述のグリッドデータを元に、FFT法で行った。FFT法では、本来球面上で実行すべきジオイド-重力異常の変換を平面近似で行うため、長波長の成分を重力モデルで置き換える必要

がある。このためのモデルとしては、出来る限り高次のものが望ましいので、今回は、次数位数ともに250次のOSU-86Dモデルを使用した。図2に得られた重力異常を示す。

結果の評価

南極周辺のアルティメトリックジオイドおよび重力異常としては、SEASATのデータを利用した、SEGAWA and ASAOKA[1]、SEGAWA et al.[2]、SEGAWA and MATSUMOTO[3]などが既に発表されている。ここでは、今回の結果とこれらのものとの比較を試みる。

[1]のアルティメトリックジオイドと図1との比較では、コンターのパターンは、良く

似ているが、[1]の方が全体的に数m小さな値を示している。ジオイド高のバイアスに関しては、潮地系の問題等、必ずしも単純ではないが、この食い違いは、大き過ぎ、その原因は、[1]で軌道補正をバイアスに関してフリーの条件で処理しているためと考えられる。一方、今回の処理では、長波長のジオイドは、Rappのものに準拠しており、絶対値としての精度は、かなり向上している。

重力異常については、 $10' \times 10'$ グリッド上での値が与えられている[3]の結果との比較を行った。その結果、[3] - GEOSATの差は、平均 -0.64 mgal 、 $SD=13.41 \text{ mgal}$ で、その分布も正規分布に近い形をしている。差の空間的

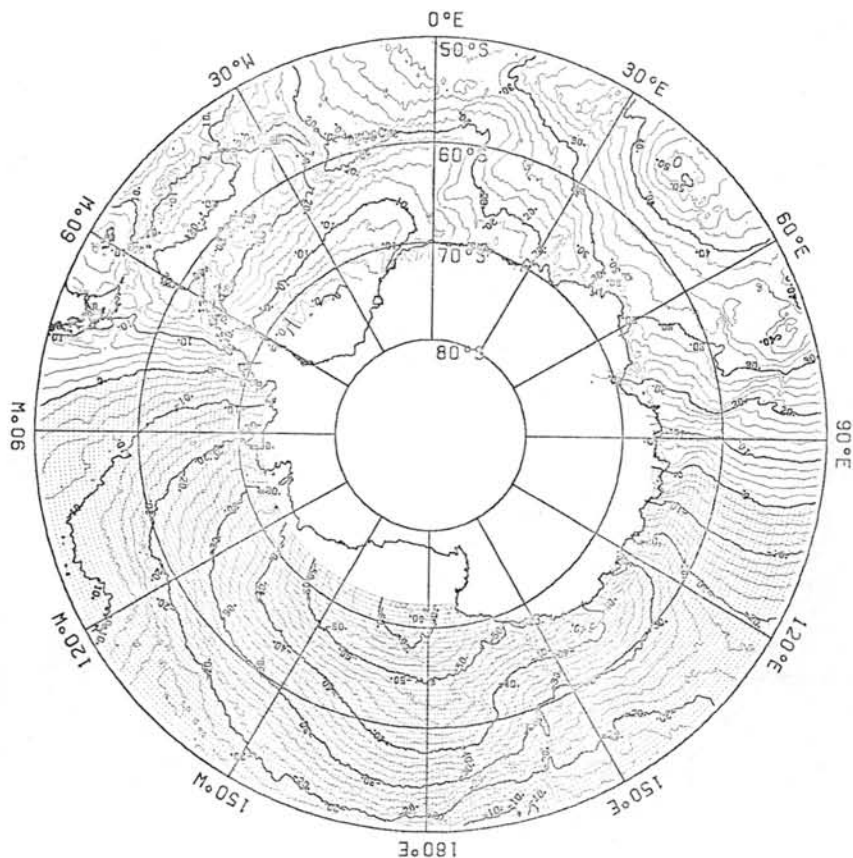


図1. GEOSATアルティメトリックジオイド (コンター間隔 : 2 m)

な分布は、[3]の方が南極大陸に向かって大きくなる傾向であり、この原因の1つとしては、先に述べた海水の影響が考えられる。

まとめ

GEOSATのアルティメータデータを使用して新たに南極周辺のジオイドおよび重力異常を求めた。GEOSATのデータは、南極周辺の夏期のデータとして利用できる初めてのものであり、海水の影響も少ない。このため、大陸周辺まで、良好な結果が得られた。

今回使用したデータは、GEOSATの1周回分に当たる17日分だけであるが、GEOSATのデータは、既に2年分近く蓄積されており、現

在も順調に運用が続けている。従って、今後これらのデータを利用することにより、更に精度の向上が期待できる。

文献

- [1] Reevaluation of Geoid Based on the SEASAT Altimeter Data - Geoid around Antarctica, J. Geod. Soc. Japan, (1982).
- [2] Free Air Gravity Anomaly of the Antarctic Region Special map series No. 3. Natl. Inst. Polar. Res. (1984).
- [3] Free Air Gravity Anomaly of the World Ocean as Derived from Satellite Altimeter Data, Bull. Ocean Res. Inst. (1987).

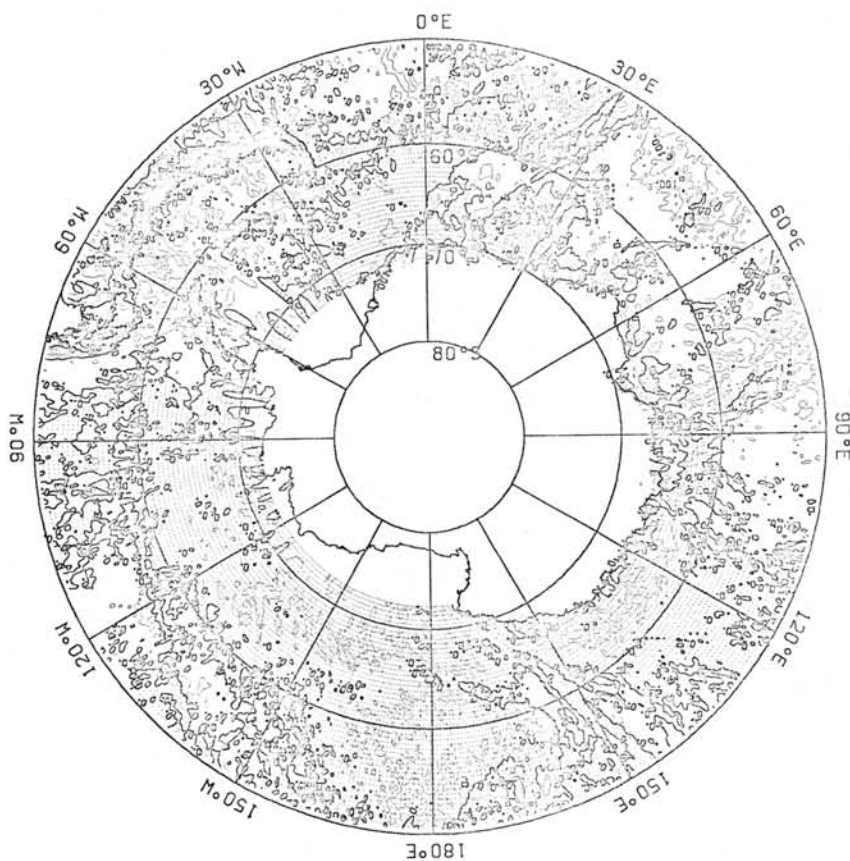


図2. GEOSATアルティメトリック重力異常 (コンター間隔 : 20 mgal)

1987年のエレバス火山の噴火と地震活動

神沼 克伊
国立極地研究所

村上 克美
東海大学・理学部

エレバス火山 ($77^{\circ}37'S$, $167^{\circ}09'E$, 3794m) の地震観測は日本、アメリカ、ニュージーランドの三国による国際共同観測として、1980年12月から1986年12月まで続けられた。1987年からこの観測網をひきつぐ形でニュージーランドと日本の二国間の共同観測で地震観測が継続されている。この目的はエレバス火山の地震活動を明らかにするとともに、噴火のメカニズムの解明である。

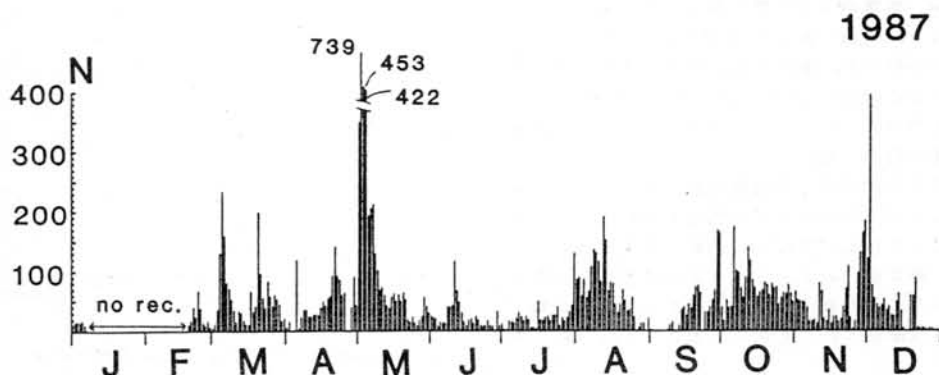
エレバス火山の地震活動は1984年9月までは、中腹にあるHoopers Shoulder観測点(HOO)での1日の地震数50~150、震源はエレバス火山を中心にロス島全体に広がっていた。また、24時間の地震数が250回を超える時として定義した群発地震活動も1年に6~7回起っていた。この期間は定常的な地震活動(バックグラウンドサイズミシティ)も群発地震活動も全体的に活発だった。

1984年9月13日に山頂周辺に溶岩を噴きとばした新しい噴火活動が始まり、12月まで続いた。この活動で1972年12月から山頂の主火口内に存在し続け、ストロンボリ型噴火の主要な噴出口となっていた溶岩湖が消滅した。この溶岩湖は1985年12月には再び出現を始めた。

1985年から1986年にかけて地震活動は1984年の噴火以前に比較して、極めて低くなった。1日の地震数は10~30、震源のほとんどは山体の噴火口直下に集中した。群発地震活動も1年に1~2回と少なく、しかも、それぞれの群発地震活動そのものも総地震数、継続時間などが少なくなり、一つ一つの地震の大きさも小さくなっている。これにより1984年の噴火以後ロス島付近のバックグラウンドサイズミシティは大きく変化し、活動度が低下した。つまり、1984年9月の噴火活動により、ロス島付近の地殻応力場に大きな変化があったと推定されている。

バックグラウンドサイズミシティの低い状態は1987年も続いた。HOO点に換算した1日の地震数は10~20個と少ない。図には山頂観測点で数えた、日別頻度分布を示した。山頂観測点のため、火口に近く、山腹のHOO点より4~5倍も多く地震を記録している。それでも、1日の地震数は50~60個であり、時々、群発地震的な活動もあるが、全体としては活動度は低い。ストロンボリ型噴火は1日数回の割合で起っている。

日別頻度分布



南極エレバス山における地震活動と地球潮汐

池上吉広 大内徹
神戸大学理学部神沼克伊
極地研

南極大陸のような高緯度地域における地球潮汐は低緯度地域と比べて大変小さい。例えば、緯度が77度のエレバス山付近での地球潮汐は、日本などの中緯度地域と比べてその大きさは約1/3である。このような地域での地球潮汐が地震活動にどのような影響を及ぼすか、あるいは無関係なのかということは興味をもたれる。

エレバス山は、南極大陸における数少ない活火山の1つである。この地域における地震観測は「エレバス山国際地震研究(International Mount Erebus Seismology Studies: IMESS)」(1980-1986)、また「エレバス火山噴火機構の研究(International Mount Erebus Eruption Mechanism Study: IMEEMS)」として実施されてきている。

1984年12月からエレバス山周辺において高感度の地震計が設置された。記録は無線によって40km離れたScott基地に送られ、常に14チャンネルのFMデータレコーダと長時間記録計に記録されている。

エレバス山の地震活動は非常に活発で1日当たり約200個の火山性地震が観測されている。1982年-1984年においては、1日250個以上の地震がある群発地震も多数観測されている。それらの中でも特に、1984年7月10日から始まった群発地震では、1日に2888個もの地震を記録した。そして、9月にはエレバス山で噴火活動が始まり、12月まで続いた。しかし、それ以降、数回の群発地震があるものの、それらは、小規模であり、また、地震活動は1984年以前と比較して、全般的にかなり低下し、また地震の震源域も以前と比較して山体内だけになった。

今回、地球潮汐の地震活動への影響を調べるため、エレバス山における地震活動の周期性について解析を行った。解析では、最も欠測が少ない観測点であるHooper Shoulderにおいて観測された地震数を用いた。但し、S-P timeが10秒以上の遠い地震は除外した。

このように得られた地震資料の解析を行った結果、エレバス山における地震活動は単にランダムに起こっているのではなく、多少の違いはあるものの、約20-11、2-4日に卓越した周期がみられた。このような周期は、エレバス山に働く地球潮汐が小さいことから、エレバス山における

地震活動そのものの概周期的なリズムを反映していると思われる。

また、このような地震活動の特徴を表現できる数理モデルも考えてみた。

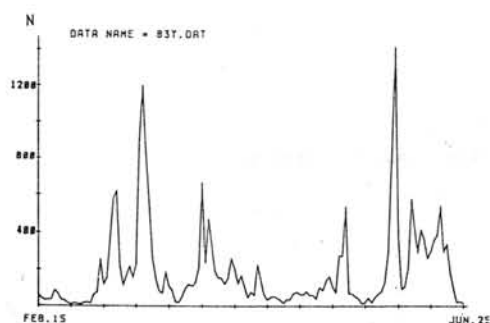


Fig.1

1983年2月15日-6月25日の間、Hooper Shoulderで観測された地震数

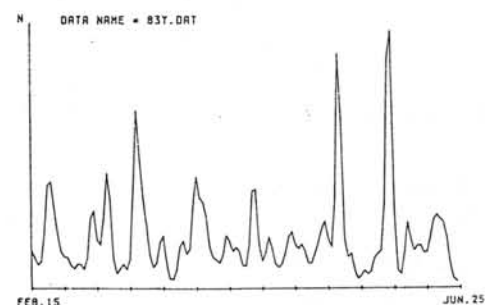


Fig.2

Fig.1に対して長周期トレンドを除いたもの

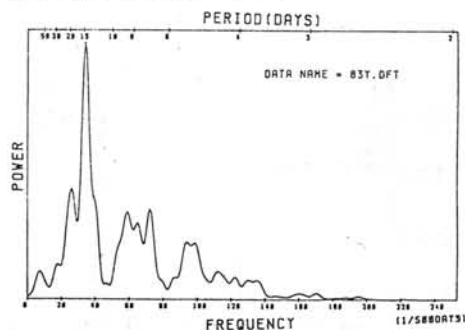


Fig.3

Fig.2の時系列に対するパワースペクトル

遠震による南極・エレバス山の山体構造

村上 克美 (東海大学・理学部)

神沼 克伊 (国立極地研究所)

エレバス山 (77° 30' S, 167° E, 3794 m) では、1980年12月から現在に至るまで、エレバス山とその周辺の地震活動と山体構造、噴火のメカニズムを調べる目的で地震観測が行われてきた。地震観測網は、火山性地震や火山性微動を観測する目的で設置されているが、南極プレートの外で起こった遠震も観測されている。この遠震を用いて、これまで十分な解明がなされていない山体のP波速度構造について検討を加えた。P波到達時刻は、山頂から山腹にかけて設置されている5つの観測点 (E1, TRC, HOO, ABB, BOM) のデータを使った。

本研究では、1988年に観測された36個の遠震データのなかから少なくとも3点以上の観測点で記録され、しかも初動が読み取れる遠震のみを用いた。表1は、解析に使用した13個の地震のPDEによる震源リストである。表中の θ_{moho} は、Gutenberg の速度構造モデルをもとに求めたモホ面への入射角である (佐藤ら、1969 地震 第22巻、第1号、p29)。 θ_{st} は、人工地震観測の結果から得られた速度構造と θ_{moho} から求めた、観測点への入射角である。

まず5つの観測点のうち最も標高が低いABBを基準にし、各観測点との標高差を求めた。そしてこの標高差と θ_{st} から、地震波がABBの標高面を通過し各観測点に到達するまでの伝播距離 (DST) を求めた。次に遠震が観測された時刻と、観測点が1つの平面上にあると仮定して求めた理論到達時刻との差 (O-C) を求めた。これらをそれぞれ横軸、縦軸にとり、それぞれの遠震について値をプロットした。この傾きから最小二乗法でP波速度 (V) を求めた。図1は、遠震 No.5, No.17 の V を求めたもので、それぞれ 2.7 ± 0.15 km/s, 2.6 ± 0.15 km/s という値が得られた。同様にして他の地震についても V を求めた。

図2は、北から時計回りの角度で示した地震波の到来方向 (AZIMUTH) と得られた V との関係を示したものである。この結果から、AZIMUTH が 330° 付近の2つの地震 No.1, No.4 の V の平均は 1.6 ± 0.04 km/s、他の地震の V の平均は 2.6 ± 0.14 km/s という値が得られた。このことから AZIMUTH が 330° 付近の2つの地震は、他の地震と比べて精度良く求められていて、V の平均は約40%遅いことがわかった。以上のことから、エレバス山体のP波速度構造には不均一性があるものと予想される。今後もこの研究を続け、より詳しい山体構造を求める努力を続けたい。

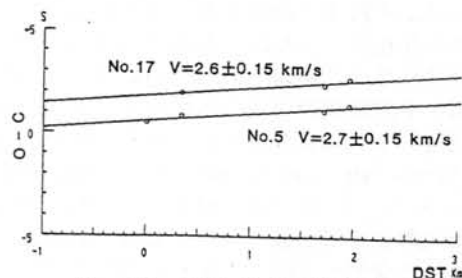


図 1: No.5 と No.17 の V

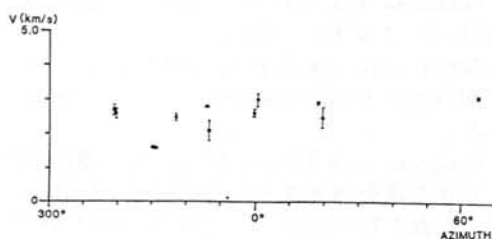


図 2: AZIMUTH と V

No.	日	時	分	秒	緯度	経度	AZIMUTH	DELTA	DEP	θ_{moho}	θ_{st}	Mb	Msz	Region
1	03	24	19	31	39.3	2.488S	138.696E	330.702	76.538	29	25	9	5.8	WEST IRIAN
2	04	09	22	10	14.2	55.948S	27.030E	169.076	48.428	40	36	13	5.4	SOUTH SANDWICH ISLANDS
3	04	14	00	25	12.4	13.923S	166.831E	359.665	63.617	29	30	11	6.0	VANUATU ISLANDS
4	04	20	07	03	30.8	2.394S	139.309E	331.338	76.567	33	25	9	6.1	NEAR N.COAST OF WEST IRIAN
5	04	21	23	36	17.5	1.982N	126.537E	318.997	82.467	33	23	9	5.6	MOLUCCA PASSAGE
6	10	14	16	53	08.1	5.030S	153.616E	345.883	72.820	41	26	10	6.2	NEW IRELAND
7	10	20	06	46	09.9	28.117S	176.367W	19.100	50.074	29	32	12	6.8	KERMADEC ISLANDS
8	10	23	02	18	51.8	15.570S	167.516E	0.460	61.979	160	31	11	5.7	VANUATU ISLANDS
9	10	24	02	58	47.0	5.629S	153.875E	346.121	72.212	52	26	10	5.7	NEAR N.COAST OF WEST IRIAN
10	10	30	01	28	54.5	21.702S	176.616W	18.203	56.428	188	31	11	6.4	FILIPIN ISLANDS
11	11	11	00	02	32.0	2.414N	126.811E	319.333	82.835	79	23	9	5.7	MOLUCCA PASSAGE
12	11	16	08	56	54.5	81.464S	153.660E	337.016	16.689	10	60	19	4.9	BALLENY ISLANDS
13	11	23	01	39	23.9	3.342S	77.411W	64.426	92.085	106	20	7	6.4	PERU-ECUADOR BORDER

表 1: 遠震の震源リスト

南極ドライバレー・バンダ湖の塩類の起源について

加藤 喜久雄 (名大・水圏研)

南極ドライバレーのライト谷にあるバンダ湖とドンファン池は、塩化カルシウムを主成分とする塩湖である。この塩化カルシウム型の塩湖に含まれる塩類の起源については、1961年のドンファン池の発見以来、(1)海水起源説、(2)風送塩起源説、(3)熱水起源説、(4)基盤岩および土壌の風化説、ならびに(5)地下水起源説、のような様々な説が提出されてきた。

Tomiyama and Kitano (1984; 南極資料、83) は、それまでの研究が一部の化学成分の濃度や存在比、または一部の同位体比のデータだけに基づく議論であったのに対し、バンダ湖水中の塩類量および析出塩類量を定量的に見積もり、物質収支という観点から地下水説(Cartwright and Harris, 1981; *Antarct. Res. Ser.*, 33)を証拠づけた。しかし、彼らの論文のなかに、彼らが全く触れていなかった、意外なデータの一致を見出したので、報告する。

Tomiyama and Kitano (1984)の論文のTable 2, 3 & 4を、また、このTable 2の下にCartwright and Harris (1981)によるバンダ湖の地下水の化学分析データを、次頁に示した。

Tomiyama and Kitano (1984)は、湖水中の溶存化学成分のそれぞれの総量を、Table 2に示されたTorii et al. (1975; *Mem. NIPR, Spec. Issue*, 4)のデータを用いて計算している。その結果はTable 3のLake waterの項に示されている。他方、堆積物中の塩類の総量の見積もりはDVDP 4A コアについて、分別溶解法を用いて分析したデータに基づき、いくつかの仮定をおいて計算している。この計算結果は、Table 3のSedimentの項に示されている。

Table 3に示した塩類の総量の供給源として、Tomiyama and Kitano (1984)はTable 4に示したOnyx川と地下水、あるいは海水との組み合わせのうち、どちらであるかを検討し

た。その結果、Onyx川と地下水の組み合わせを妥当とした。

ここで、Table 3と4を並べると大変気付きやすいのであるが、Table 3のLake waterとTable 4のGroundwaterにおける、 SO_4^{2-} 以外のイオンの存在比が、よく一致していることが分かる。Table 3の湖水中の溶存化学成分のそれぞれの総量が計算値であることを考えると、酸化還元環境により溶存状態が変化しやすい SO_4^{2-} 以外のイオンについては、それらの存在比は地下水のと全く同一であると言てよい。

Table 2には、湖水と地下水の化学組成が示されている。深さは、地下水においても湖面からの距離を表している。湖水の上部にはOnyx川から供給された塩類濃度の非常に低い水があり、50m以深では塩類濃度が非常に高くなっている。湖水においては、総てのイオンの濃度が深さとともに高くなっている。地下水においても、 SO_4^{2-} 以外のイオンについては、湖水に連続したかたちで、濃度が深さとともに高くなっている。他方、地下水中の SO_4^{2-} の濃度は、湖水の場合とは逆に深さとともに低くなっている。湖底付近に、その濃度の極大があるものと考えられる。

以上に示したような、湖水と地下水の化学組成の一致や、湖水と地下水における各イオンの濃度の連続関係は、バンダ湖底への地下水の湧出説に疑問を投げ掛けるものである。バンダ湖の塩類の起源が地下水であるという説を見直す必要があろう。

バンダ湖の塩類の供給源とされている地下水が、地下深部で水-岩石反応により生成された塩化カルシウム型の水であるとする、地下水が凍土中を通過するメカニズムが考えがたい。他方、この地下水が凍土面の上部の地層中を流れているとすると、この地下水はバンダ湖とつながった循環水と考えたほうが妥当である、と思われる。

Table 2. Chemical composition of lake water in Lake Vanda (TORII et al., 1975).

Depth (m)	Ca ²⁺ (g/kg)	Na ⁺ (g/kg)	Mg ²⁺ (g/kg)	K ⁺ (g/kg)	Cl ⁻ (g/kg)	SO ₄ ²⁻ (g/kg)
3.9	0.042	0.031	0.005	0.008	0.154	0.012
5.8	0.057	0.066	0.013	0.015	0.186	0.013
7.7	0.061	0.057	0.015	0.013	0.204	0.013
11.6	0.071	0.057	0.017	0.008	0.234	0.018
13.5	0.092	0.075	0.022	0.011	0.302	0.020
28.6	0.172	0.116	0.043	0.016	0.548	0.031
41.9	0.275	0.140	0.073	0.032	0.880	0.034
50.3	2.30	0.719	0.667	0.071	7.11	0.074
52.2	5.09	1.40	1.48	0.125	15.43	0.130
54.1	8.30	2.20	2.43	0.212	24.95	0.199
55.1	10.16	2.78	3.15	0.224	30.87	0.246
57.9	15.56	3.92	4.82	0.413	46.94	0.396
59.9	18.07	5.55	5.66	0.415	54.04	0.473
64.6	24.40	6.11	7.40	0.590	74.28	0.615

Table Chemical composition of the groundwater in Lake Vanda

Depth (m)	Na ⁺ (g/kg)	K ⁺ (g/kg)	Ca ²⁺ (g/kg)	Mg ²⁺ (g/kg)	Cl ⁻ (g/kg)	SO ₄ ²⁻ (g/kg)
70.9-71.6	7.11	0.826	26.8	7.90	80.0	0.800
72.2	9.94	1.01	31.8	9.30	104	0.560
75.7-76.7	11.2	1.19	37.2	11.3	123	0.400
79.7-80.6	12.5	1.39	37.4	11.3	130	0.280

(Cartwright and Harris, 1981)

Table 3. Estimation of total amount of salt in Lake Vanda.

	Sediment (t)	Lake water (t)	Total (t)
Ca ²⁺	$2.1_6 \times 10^5$	$3.6_9 \times 10^5$	$5.8_5 \times 10^5$
Na ⁺	$2.8_4 \times 10^4$	$1.0_8 \times 10^5$	$1.3_6 \times 10^5$
Mg ²⁺	$2.0_1 \times 10^4$	$1.1_1 \times 10^5$	$1.3_1 \times 10^5$
K ⁺	$3.7_8 \times 10^3$	$1.1_6 \times 10^4$	$1.4_8 \times 10^4$
Cl ⁻	$2.1_3 \times 10^5$	$1.1_2 \times 10^5$	$1.3_3 \times 10^6$
SO ₄ ²⁻	$2.8_6 \times 10^5$	$1.2_7 \times 10^4$	$2.9_3 \times 10^5$

Table 4. Calculated values of total amount of salt in Lake Vanda and chemical composition of Onyx River water, groundwater and seawater.

	Total salt (t)	Onyx River* (mg/kg)	Groundwater (g/kg)	Seawater (g/kg)
Ca ²⁺	$5.8_5 \times 10^5$	6.8	37.2	0.412
Na ⁺	$1.3_6 \times 10^5$	5.0	11.2	10.8
Mg ²⁺	$1.3_1 \times 10^5$	1.3	11.3	1.29
K ⁺	$1.4_8 \times 10^4$	1.0	1.19	0.399
Cl ⁻	$1.3_3 \times 10^6$	6.9	123	19.4
SO ₄ ²⁻	$2.9_3 \times 10^5$	6.2	0.4	2.71

* Average value of data on 26 Dec. 1971, 26 Dec. 1972 and 17 Jan. 1973.

南極マクマードドライバレー土壤中の 炭化水素の特徴

松本源喜(東大教養), 秋山 優(島根大教育), 綿坂邦彦(東大教養),
鳥居鉄也(日本極地研究振興会)

【はじめに】炭化水素は地球上でもっとも広く分布する有機化合物のひとつで、プレカンブリアから現世にいたる環境試料中に検出されている。短鎖($<C_{10}$)のn-アルカンやn-アルケンは、一般に藻類やシアノバクテリアに存在するが、長鎖($\geq C_{10}$)で奇数炭素優位のn-アルカンは、維管束植物のワックスにみられる。天然における長鎖のn-アルケンの存在は、南極の湖沼堆積物を除きほとんど知られていない (Matsumoto et al., 1979, 1988; Volkman et al., 1986)。したがって、環境中に検出される奇数炭素優位の長鎖n-アルカンは、維管束植物のバイオマーカーと考えられている。

南極大陸には南極半島の北部を除き、維管束植物が存在しない。したがって、土壤中における炭化水素の特徴には興味もたれる。ここで演者らはマクマードドライバレーの土壤中の炭化水素の特徴とその起源について討論する。

【材料と方法】土壌試料は1983年および1985年の12月に、ライト谷とテイラー谷で採取し分析まで凍結保存した。炭化水素の分析はMatsumoto et al. (1979

, 1988)の方法に準じて行った。また詳細な顕微鏡観察により土壌試料中の微生物の存在を調べた。さらに一部の試料ではvisual kerogenの観察を行った。

【結果および考察】ノルマルアルカン、n-アルケン、ステランおよびトリテルパンなど一連の炭化水素が分析した全土壌試料(12)中に検出された。ノルマルアルカンおよびn-アルケンが主成分で、濃度はそれぞれ13-2200および1.1-5000ng/gであった。驚くべきことに調査した地域には維管束植物が存在しないにも関わらず、全ての試料で奇数炭素を有する長鎖のn-アルカンおよびn-アルケンが主成分であった (Fig. 1)。

これらの炭化水素の起源についてコケ、昆虫、維管束植物のワックス(大気輸送による)、ビーコン累層群(堆積岩)、微細藻類、シアノバクテリアおよび菌類を検討した。コケや昆虫は調査地域には存在しない。また維管束植物のワックスや堆積岩の寄与は無視しうる。したがって、シアノバクテリア、藻類ならびに菌類などの微生物がこれらの炭化水素の重要な起源であるといえよう。

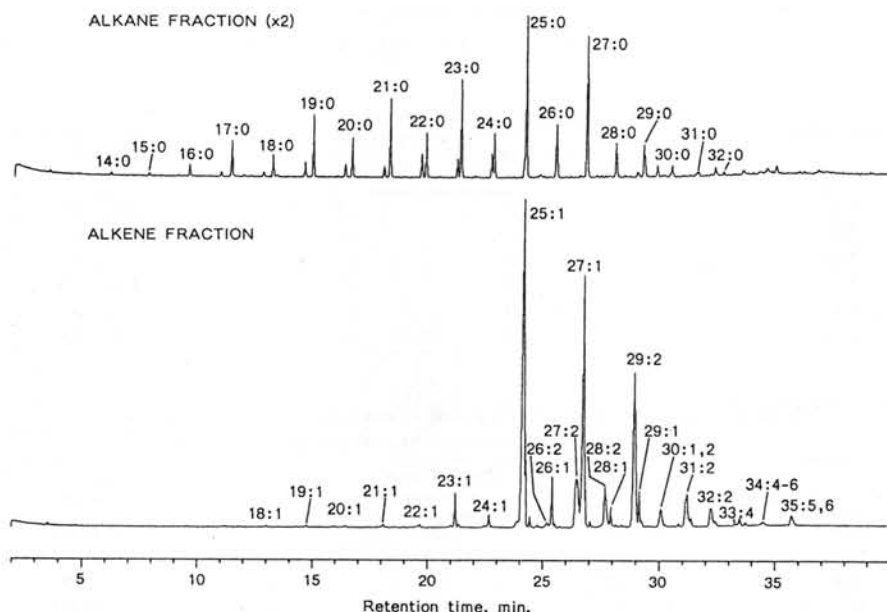


Fig. 1. Mass Chromatograms (TIC) of Alkane and Alkene Fractions from Antarctic Soil (Don Juan-2). Arabic figures on the peaks denote carbon chain length of n-alkanes and n-alkenes. m:n = Carbon chain length: numbers of unsaturation.

南オークニー諸島周辺海域での 地質調査について

石油公団石油開発技術センター
石油公団技術部

森島 宏・清水祥四郎・山口和雄
高山 邦明

1. 調査概要

昭和63年 1月 6日から 1月26日までの21日間、南緯60°S-65°S、西経35°W-55°Wで囲まれる海域（南オークニー諸島周辺海域）で、海底地質調査を行った。

調査の目的は、同海域に存在が予想される堆積盆地の性状を知ることである。主な調査項目は、反射法地震探査（8測線、2,264Km）、屈折法地震探査（8点）、重力探査（調査期間中連続）、地磁気探査（10,257Km）、地殻熱流量測定（6点）、海底試料採取（10点）等である。調査の測線及び測点は、Fig.1, 2 に示す。

調査海域は、南極半島の東部に存在する南オークニー諸島の大陸棚（South Orkney Is. Microcontinent）及びその周辺の海域に限られており、水深は数百mから5,000mにわたっている。北にはトランスフォーム断層を介してスコチア海があり、西にはパウエル海盆及び南極半島、南にはウェッデル海が存在する。

2. 調査結果の概要

1) 反射法地震探査

A) 4SMG, 8SMG, 12SMG シリーズ

これらの測線は、南オークニー諸島の陸棚をほぼ南北に横切る測線であり、各測線の南端はウェッデル海北部の海洋底に属し、時間断面にして約2秒（2,000m前後の層厚）の堆積物の存在が予想される。水深数百mの陸棚部分では、南の方向に堆積物が厚くなっており、ここでも約2,000m程度の層厚が最大である。一方、南オークニー諸島付近の水深200m-300mのところでは基盤が上昇し、堆積層は欠如している。これは、屈折法地震探査の速度解析結果を反映しており、このため多重反射が卓越している。（Fig.3, 4参照）

B) 2SMG, 6SMG シリーズ

これらの測線は、西はパウエル海盆から南オークニー諸島陸棚部分、東は南オークニー海淵を結ぶ測線であり、陸棚部分は基盤の上昇により多重反射が卓越しており、その周辺の各海盆に向かって堆積物が厚くなってゆき大陸斜面を経て海洋底となる。西のパウエル海盆では、往復走時で約2秒（2,000m程度）の堆積層があり、陸棚西端でも同様に2秒程度の堆積層があり、東に向かうにつれ、薄化し、基盤が上昇して海底面に現われる。

2) その他のデータ

a) 屈折法地震探査

陸棚、海盆部分等で屈折法地震探査を行った。それによると、水深が200m-300mの陸棚部分では、4,000m/sec.~5,000m/sec.の速度の岩石の存在が予想され、この付近で基盤が上昇して海底に現われていると考えられる。一方、海盆等の堆積物があるところでは、2,000m程度の速度の堆積岩があり、反射法地震探査記録とよい一致をみている。

b) 地磁気探査

南オークニー諸島（ほぼ東西に伸びている）に平行して地磁気異常がみられ、最大500nTの異常値がある。これは、これまでの論文で発表されたことと一致しており、今後の総合的な検討が必要となるだろう。

c) 地殻熱流量測定

これはグラビティコアと同時に進めており、陸棚の一部を除きデータを入手出来た。場所としては、トランスフォーム断層直上（スコチア海との境界）陸棚及び海盆等である。現在、データの解析を実施している。

d) 海底堆積物採取

グラビティコアラーを用いて9点、ドレッジにて1点、計10点で堆積物を採取出来た。現在、残留磁気測定、微化石調査、有機物分析を実施中である。

3. 考察

今回の調査海域は、南オークニー諸島周辺はほぼ基盤岩でおおわれ、その周囲に堆積盆が発達し、また、その外側は大陸斜面、海洋底と広がってゆく。陸棚での堆積盆の発達、外側の方に厚くなっており、そこではBSR（Bottom Simulating Reflector）等の現象も見られる。

今回、海洋底、大陸斜面、陸棚部分及びトランスフォーム断層等を横切る測線のデータを入手出来、また、各構造上で様々な地球物理学的なデータ、地質データも取得出来たので、今後これらのデータの総合的解析を実施することになっている。

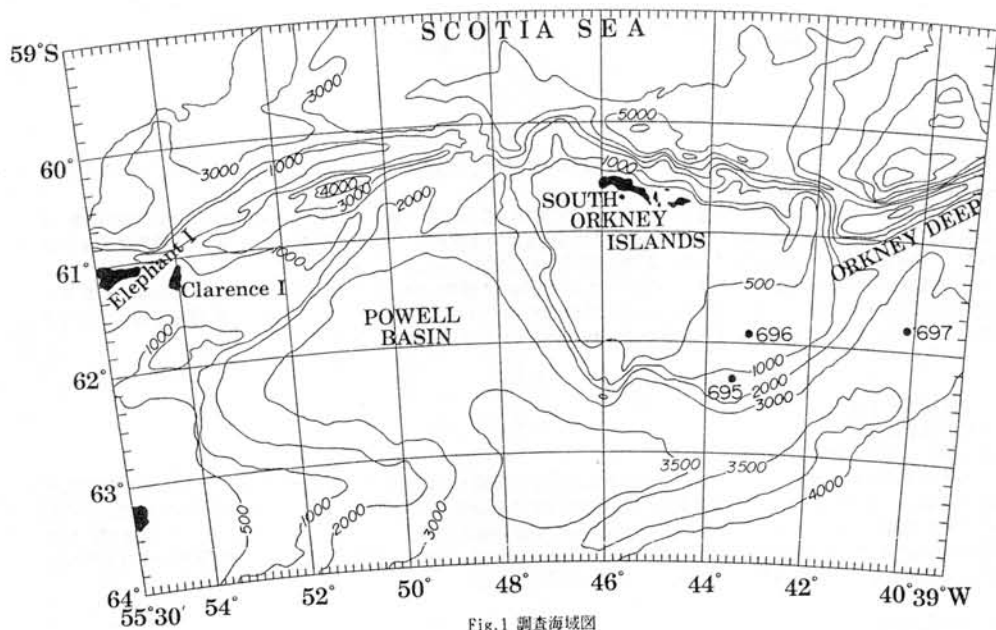


Fig.1 調査海域図

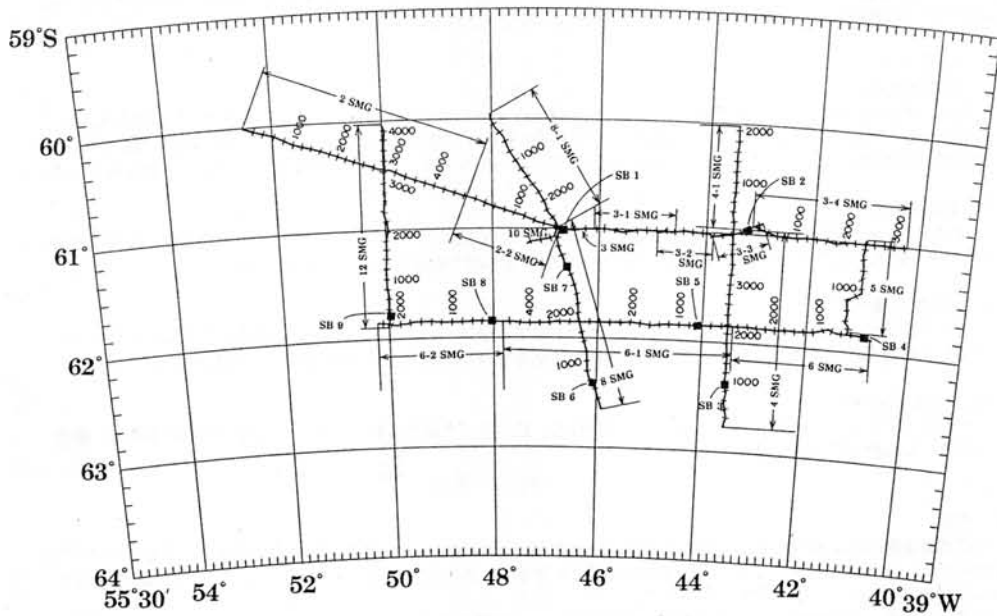


Fig.2 調査測線図

0 50 100km

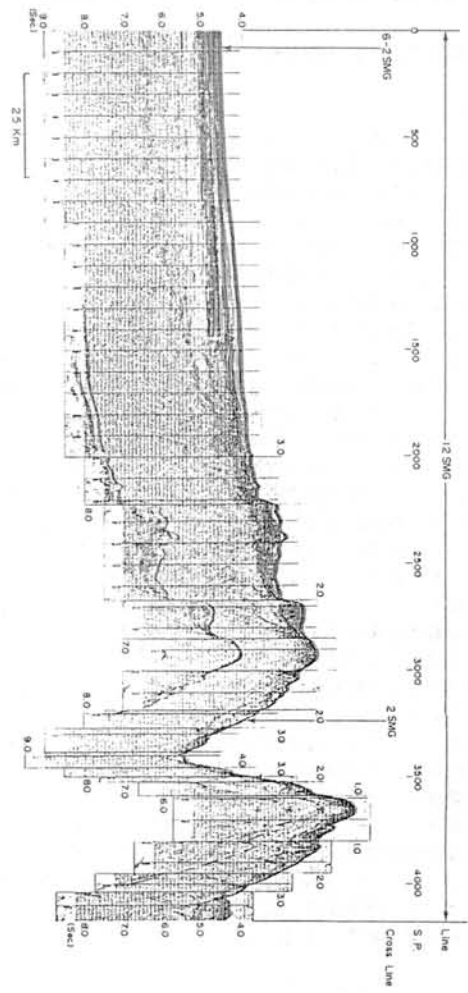


Fig. 4 12 SMG 船上モニター記録

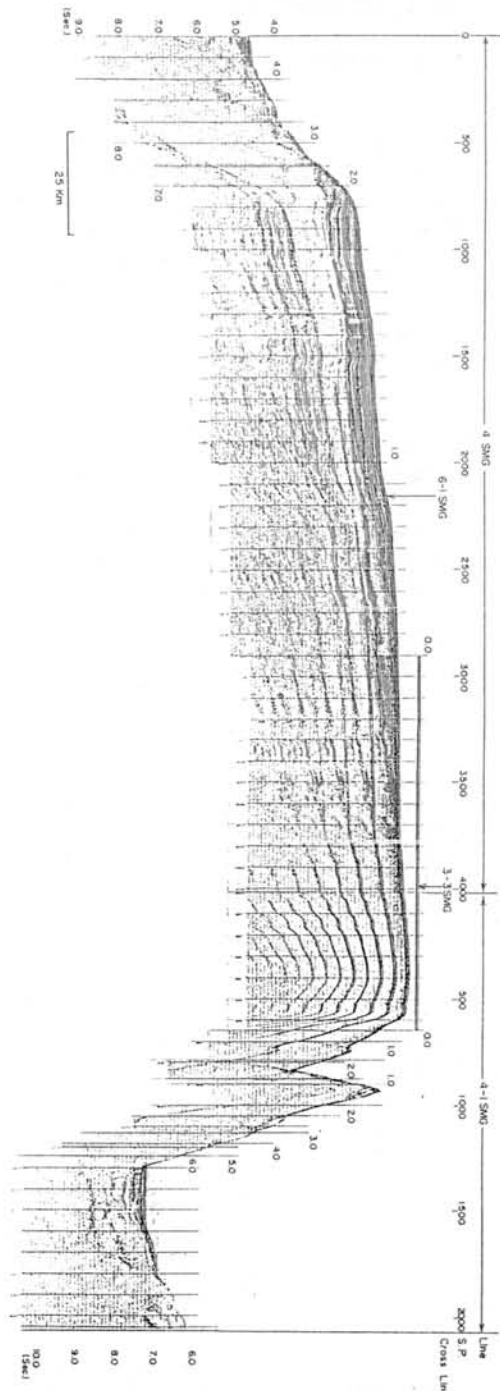


Fig. 3 4 SMG 船上モニター記録

南極半島マランビオ島の永久凍土調査概報

福田正己(北大低温研)、A. E. Corte (アルゼンチン雪氷学研究所)

1. はじめに 著者らは、昭和62年11月より昭和63年1月までの間、昭和62年度文部省科学研究費海外学術研究課題「南半球極地域の永久凍土の形成とそれに及ぼす気候変動の影響」の現地調査を実施した。調査の目的は、最終氷期以降の地球規模の気候変動に伴う、両極地域の永久凍土の形成と地形変化の比較研究である。すでにシベリア・アラスカ・極地カナダの北極地域では、氷床の消長とその後の永久凍土の発達に関する多くの知見が得られている。これと較べて南極に於ける永久凍土の現地調査はほとんどなされておらず、永久凍土の形成発達からの、気候変動編年の情報は皆無といってよい。そこで著者らは、南極半島部地域で、これを明らかにするため、日本-アルゼンチン2国間共同調査を計画した。調査地域としては、氷期を通じて氷床に覆われず、厚く永久凍土の形成がなされているマランビオ島を選定した。調査メンバーは、日本側4名、アルゼンチン側4名で構成されており、所属等は以下の通りである。

日本側 福田正己(北大低温研)、野上道男(都立大)、小元久仁夫(日大)、小泉武栄(東京学芸大)
アルゼンチン側 A. E. Corte (IANG, Mendoza), J. Sirelin (IAA, Buenos Aires), E. Buk (IANG), L. Lenzano (IANG)
現地調査は1987年11月末から12月末まで行った。調査の実施にあたっては国立極地研究所(日本側)、及び Instituto Antártico Argentino (アルゼンチン側)の関連機関の協力を得た。

2. マランビオ島の位置と気候条件 マランビオ島は南極半島先端近くでウェッデル海側にある。南緯64度、西経56度に位置している。島の南にはセラドネバド島が隣接しているが、いずれもさしわたし20 km以下である。北側にはジェームスロス島があり、その南半分は大規模な氷帽で覆われている。マランビオ島には氷河は現存しない。周辺海域(ウェッデル海)では1年のうち約10ヶ月は海水で閉ざされている。南極半島グレアムランド付近のラルセン棚氷とジェームスロス島の氷河からテール型海水が供給されている。南極半島の西側にあるサウス・シェトランド諸島では、海水の分布域と時期が限られているのに比べて、同緯度にあるマランビオ島周辺海域では、海水の分布は広くまたその期間も長い。こうした条件のため、半島の東側にはマランビオ島以外に観測基地は設けられていない。海水の存在は、マランビオ島の気候条件にも影響を与えている。たとえば半島の西側で南緯68度に位置するサンマルティン基地の年平均気温は-5.3℃であるが、東側のマランビオでは4度も北に位置するにもかかわらず、-9.5℃とはるかに低温である。この最大の原因は、冬期間における海水の分布の違いによる。次にマランビオ島の月別平均気温と変動幅の年変化を図2に示す。

最暖月(12月)の平均気温は-1.9℃である。これは南緯69度の昭和基地(-0.7℃)よりも低い。年平均気温が等しい極地カナダ(タクタヤーク北緯70度)では、最暖月平均気温は+9℃を超える。しかし、最寒月気温は昭和基地(-19.5℃)やタクタヤーク(-27℃)に比べて高く-16.7℃に過ぎない。こうした比較から云えるマランビオ島の気候の特徴は、その地理的位置(緯度)にもかかわらず、年平均気温が低い点、年較差が小さい点、夏季温度が低い点にある。いずれも、周辺海域の海水の分布に強く影響を受けたためである。降水量の観測結果は得られていないが、推定によると年間200mm未満である。気候区分類では極地砂漠にあたる。

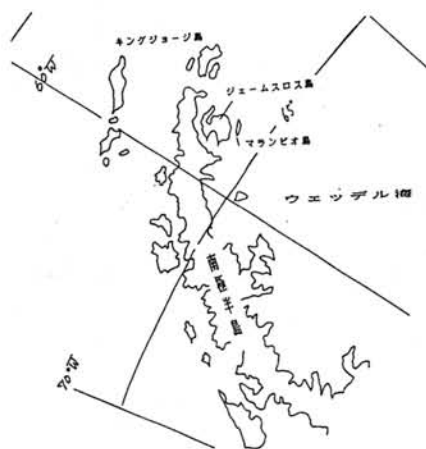


図1 マランビオ島位置図

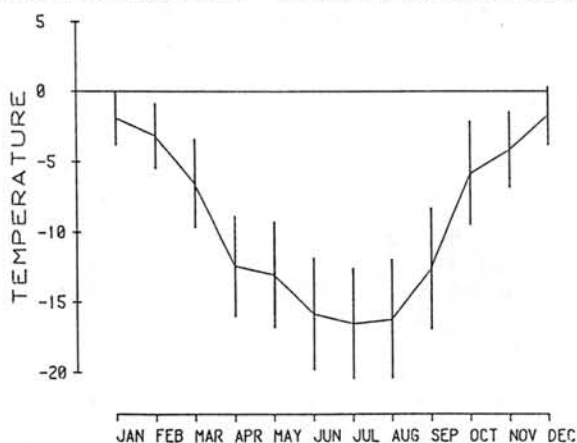


図2 月別平均気温と変動幅(マランビオ島)

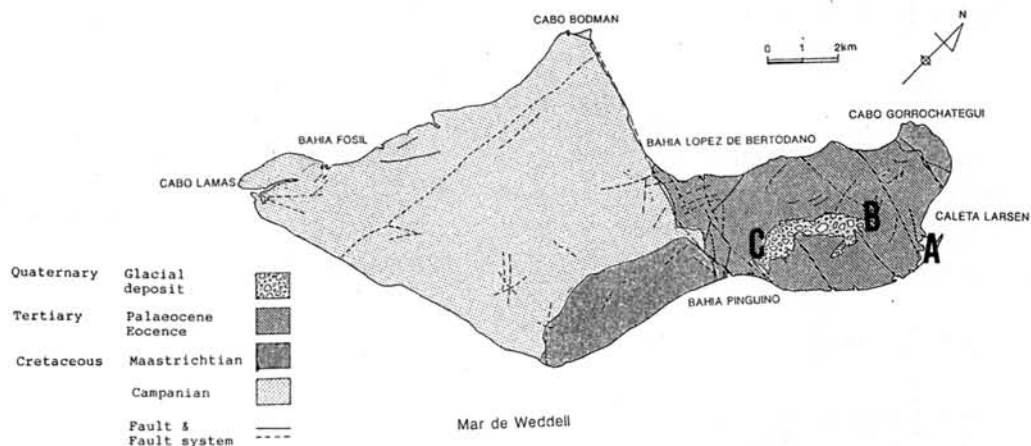


図3 マランビオ島の地質と調査地域 (A: Larsen site B: pista site C: mesa site)

3. 調査地域と調査内容 寒冷で積雪がほとんどない気候環境下では、厚い永久凍土が形成される。また永久凍土の形成・発達に伴い、さまざまな地形群も発達する。これらの永久凍土と関連地形の発達編年史によって最終氷期以降の南極地域の気候変動を明らかにすることができる。マランビオ島の推定の永久凍土厚さは200mである。最終氷期にも、マランビオ島が氷床によって覆われた地学的根拠は見いだせない。従って永久凍土はここ数万年にわたって形成されてきたことになる。調査地域は、図3のA～C地点である。いずれも基盤の第3紀系砂岩-泥岩の上に薄い氷河起源の礫層が覆っている。B-Cの礫分布範囲は比高200mの平坦面となっている。海成の侵食段丘であるが、形成期を示す根拠は見いだせていない。現海面に近い地域(A)と永久凍土の分布の差を比較するためにこの3地点での調査を行った。調査の内容は以下の通り。① マランビオ島の第4紀地質とくに氷河性堆積物の時代同定。② マランビオ島の現在の気候環境。③ 永久凍土の深さに関わる地球物理的探査。④ 永久凍土に関連する地学現象 (ツンドラ構造土、周氷河現象、風食侵食過程) ⑤ 凍土中の氷の特性とその形成過程。以上のテーマについて、A-Cで凍土ボーリングなどの調査を行った。

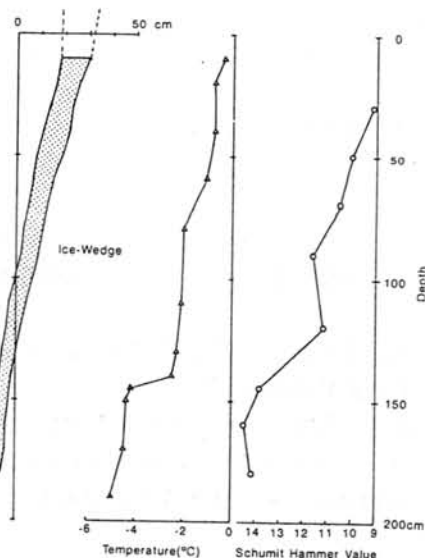


図4 基盤中に形成された氷楔 (C site)

各テーマについては、詳しく報告する予定であるが、ここでは第3紀の基盤に形成された氷楔について述べる。C地点にはツンドラ構造土に対応する地表パターンが見られたが、その下の基盤を掘削したところ、図4に示すような氷楔が基盤岩石層に形成されていた。

北極を含めて連続的永久凍土分布地域で基盤に入り込んで氷楔が形成されている報告は今までになされていない。永久凍土を構成する土質がシルト質-粘土質の場合には、その熱的性質と力学的性質から判断すると、冬季の強い冷却で、凍土に深い割れ目が生ずることはよく観察されている。これに比べて基盤岩石のせん断強度ははるかに大きく、発生する割れ目の幅は小さくなる。図にも示されているように、楔の幅は北極などで観察されるのと比較すると狭い。地中温度分布では、表面から150cmの深さで急激に変化している。温度の急変に対応して、シュミットハンマーによる反発値も大きくなっている。氷楔の下部では、基盤との接触部分に塩分が結晶化して集積しているのが認められた。この塩分濃度は異常に高く、現海水のその数分の1にも達する。このような、他の地域では観察されていない氷楔の形成環境や機構について報告する。

南極半島マランビオ島のアイスウェッジ

小泉武榮（学芸大地理）・福田正己（北大低温研）

I はじめに

マランビオ島では3ヶ所でアイスウェッジが確認されている。海拔200mほどの台地（メセタ）の縁の部分で2ヶ所（図1のBとC）、それにラルセン湾の低地に生じた緩傾斜の扇状地上（図1のA）である。以下各地区ごとに簡単な記載を行う。

II 調査地域の記載

1) C地区

メセタの南の縁に近く、メセタを切って生じた浅い谷間にある。ここではメセタをおおう厚さ2～4mの氷河性堆積物を取り去られて、第三紀層の“砂層”が露出しており、アイスウェッジはその中に生じている。アイスウェッジは幅15cmぐらいで内部に氷をもつもの（A級）とアイスウェッジキャストのみで氷をもたないもの（B級）、幅1～2cmほどで氷をもたないサンドウェッジの3種類に分けることができる。

C地区における主要なアイスウェッジの表面パターンをみると、メセタの縁に近い傾斜 15° ほどの斜面では最大傾斜方向に配列している（図2）が、浅い谷底に近い平坦地では最大傾斜と直交する方向に3列の平行するA級のアイスウェッジがあり、そこから斜めに短いサンドウェッジが派生している（図3）。掘削して断面を確認したのは図3で○をつけたところである。アイスウェッジは幅が小さい割には深さが大きい。

2) B地区

メセタの北西の縁の部分。ここもやはり滑走路にしく砂や礫をとるために、氷河性堆積物を取り去られたところである。B地区は西へ緩く傾いた斜面上にあり、アイスウェッジの分布パターンは図4のようである。ここでは氷のつまったものは少ないが、全体としては多角形に近い配置を示す。

B地区の一部にはサーモカルスト状の凹地があり、内部にはハイドロラコリスらしい氷が確認された。

3) A地区

ラルセン湾の低地に生じたごく緩やかな扇状地上。ただ現在の川の水が流れる部分がアイヌウェッジははっきりせず、比高50cmほどの段丘化した扇状地上に明瞭な分布パターンができています。

この分布パターンは最大傾斜方向に直線状に伸びるものと、等高線に沿うように緩く湾曲しているものが交差し、格子状になっているのが特徴的である。

この地区でもアイスウェッジは3ランクに分かれる。A級の規模の大きいものは、延長数10mに達し、氷の幅も20cmほど、アイスウェッジキャストでは幅30cmに達するものが多い。B級のアイスウェッジキャストにも幅30cmに達するものがある。

III 考察

マランビオ島のアイスウェッジは第三紀層の基盤に形成されている点が大きな特色である。C地区での掘削調査では地温分布やシュミットハンマーによる反発値が深さ150cmで急激に変化することがわかったが、その原因については今後の調査が必要である。

A、B、C3地区のアイスウェッジのうちB地区のものは、人工的に砂礫層を剥ぐことによって初めて形成が始まった、ごく新しいもののように見える。氷の楔はこれから次第に発達していきそうである。

A地区の場合、掘削調査を行っていないのではっきりしたことはいえないが、氷の楔が消滅してアイスウェッジキャスト化したように見えるものが少なくない。これは気候変化を反映している可能性がある。

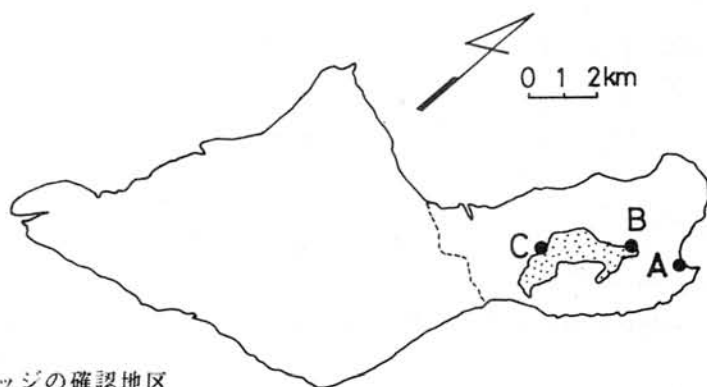


図1 アイスウェッジの確認地区

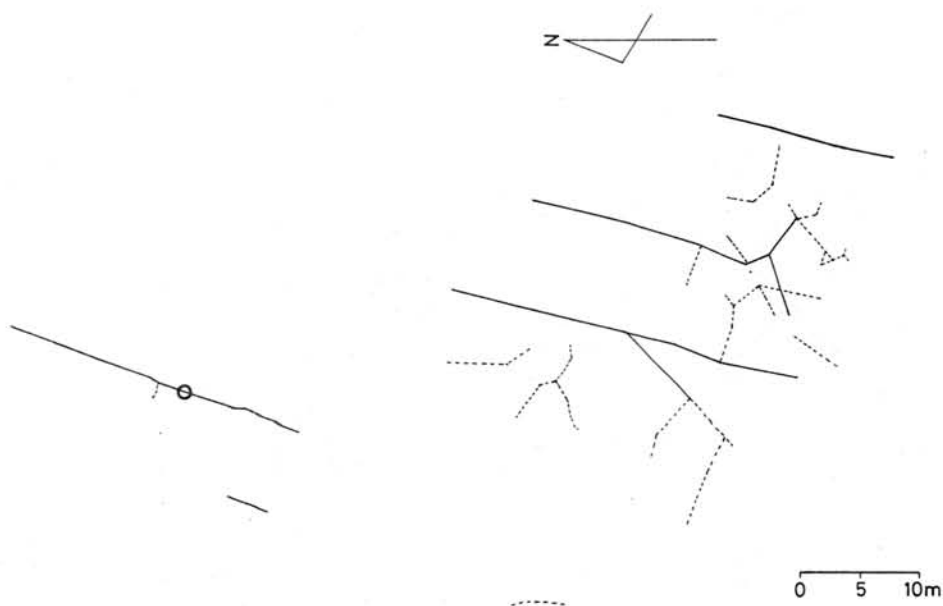


図3 C地区におけるアイスウェッジの分布パターン 2

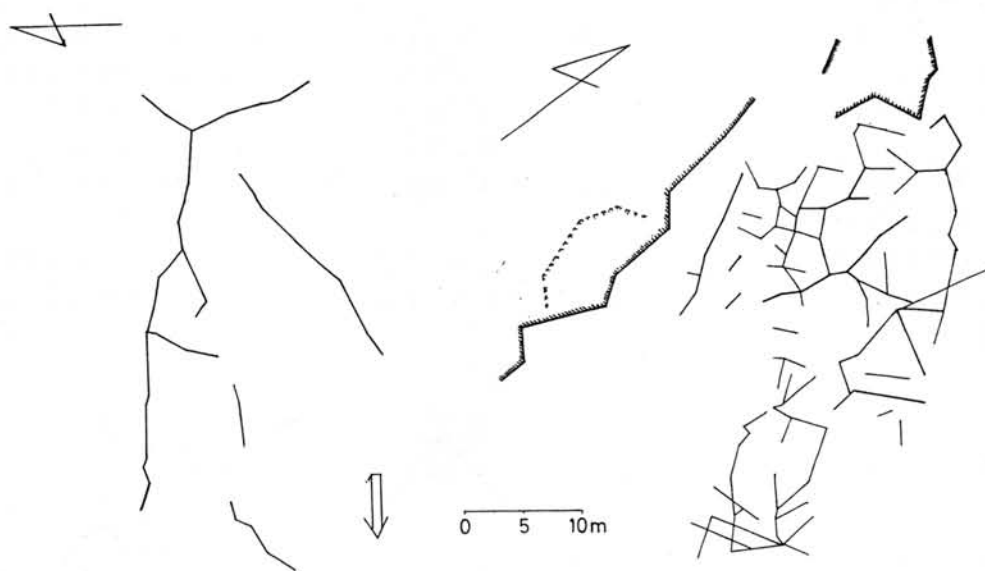


図2 C地区におけるアイスウェッジの分布パターン 1

0 5 10 15m

図4 B地区におけるアイスウェッジの分布パターン

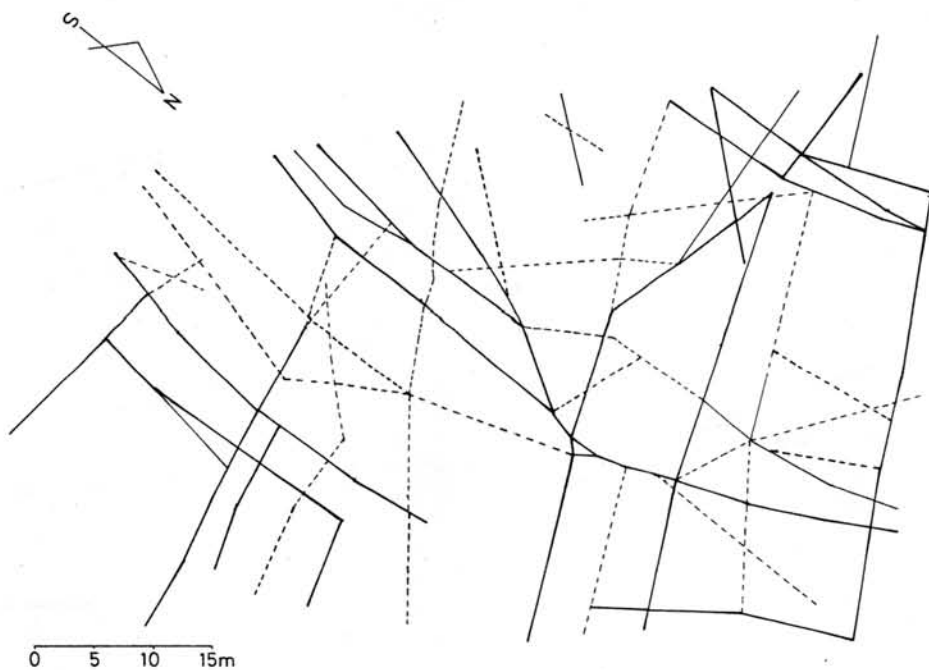


図5 A地区におけるアイスウェッジの分布パターン

西南極マランビオ島ラルセン海岸の地形 (予報)

小元 久仁夫 (日本大学)

はじめに

1987年11月中旬から12月下旬にかけて北海道大学低温科学研究所の福田正己を研究代表者とし、野上道男(東京都立大学)、小泉武栄(東京学芸大学)、それに演者の3名を研究分担者とする一行4名は文部省科学研究費により、南極マランビオ島において海外学術調査(予備調査)を行なった。本研究は日本とアルゼンチンの共同研究として計画され、日本側の研究課題は「南半球極地域における永久凍土の形成とそれに及ぼす気候変動の影響」である。

研究目的

本研究の目的は-(1)南極半島におけるピングの地形形成史を明らかにすること。(2)第四紀後半における南極氷床の消長と海水準変動を説明すること。(3)これまで北半球で行なわれた調査結果と今回の調査結果を比較することにより地球規模の気候変動を明らかにすること-などである。

調査事項および方法

現地調査により-(1)永久凍土や構造土の分布や表面形態を把握するため、平板測量を行う。(2)海水準変動を説明するため隆起汀線の水準測量を行い、かつその年代決定のため試料の採取を行う。(3)ピングの内部構造を明らかにするためボーリングを行う。(4)ピングの形態を水準測量し、数年後に再測しピングの形成(衰退)速度を明らかにする。(5)調査地域の古環境復元のための試料を採取する-ことを目指している。

予備調査の全容を紹介することは時間の制約により不可能であるので、演者が分担したマランビオ島ラルセン海岸の地形について予察的な報告をする。

調査地点の地質および地形の概要

〔地質〕マランビオ島は南極半島の北端に近い南緯64度、西経56度-南極半島の東側、ウェデル海にある。マランビオ島はNE-SW方向に長軸を有し、移植ペラののような形態を示している(地質図は福田ほかの発表要旨参照)。移植ペラのの刃に当たる部分は白亜紀の砂岩層から構成され、マランビオ島の南半分を占める。移植ペラのの握りの部分とは断層で接し、島の北部の大部分は第三紀海成層の砂岩、泥岩、礫岩とそれらの互層で構成される。第四紀の氷河性堆積物(till)はメセタと呼ばれているマランビオ島でもっとも高い海拔200mの台地上に2-4mの厚さで堆積しているにすぎない。堆積岩の存在と厳しい気候条件はマランビオ島における周氷河地形現象の発達を規制している。

〔地形〕現在マランビオ島には氷河は存在しない。また雪食地形はあっても氷河地形は確認できなかった。しかし2kmと離れていない南西のSnow Hill島や約16km離れたJames Ross島には氷河や氷床が存在する。マランビオ島ではメセタと海岸部を除き、顕著な平坦面は存在せず、侵食地形が卓越している。周氷河地形現象はマランビオ島の各所に観察されるが、それらの分布についてはCorte(1984)が報告している。彼は1984年の永久凍土の国際会議の際にマランビオ島にピングが存在することを報告した。彼はピン

グが Cross Valley と呼ばれる谷が海岸に出る三角州上にあると報告したが、今回の調査では確認できなかった。

ラルセン海岸には cryo-pediment, solifluction or gelifluction lobe, gelifluction bench or solifluction terrace, raised beach, alluvial cone, river terrace, delta, wave-cut platform などの地形と, thermal contraction crack, polygon, ice-wedge, ice-wedge cast, frost dome などが観察された。この内、ここでは特異な景観を示す "frost dome" について報告する。

調査結果の概要

[frost dome の地形]

ラルセン海岸では内陸へ幅約 400m にわたり, alluvial cone や delta が形成されており, その上に ice-wedge polygon や ice-wedge cast が発達している(第1図)。また patterned ground も各所で観察された。ラルセン海岸の alluvial cone の表面は pebble~cobble の砂礫の堆積物で構成されるが, その一部は fine~coarse sand (or pebble) で構成される巾 20~40cm で周囲より若干低いtrough 状の連続する凹地が観察された。それらの地点で表層の堆積層(active layer)を約50cm ほど取除くと下方には ice-wedge があつた。またそれらの大部分の地点では ice-wedge の上方は砂礫や泥土がつまって, いわゆる ice-wedge cast が形成されていた。

alluvial cone の前面(海側)に位置する三角州上には直径 2~3m の比較的小規模のものから大は直径10m を越えるものまでの楕円形ないしは不規則なジグソーパズル状の平面形を示す, 比高約50cm~1m の dome (mound) が発達し特色ある景観を呈している。われわれはまるで クッキーを並べたようなパターンを見て, それらの地形が ice-wedge polygon または pingo ではないかと推察した。

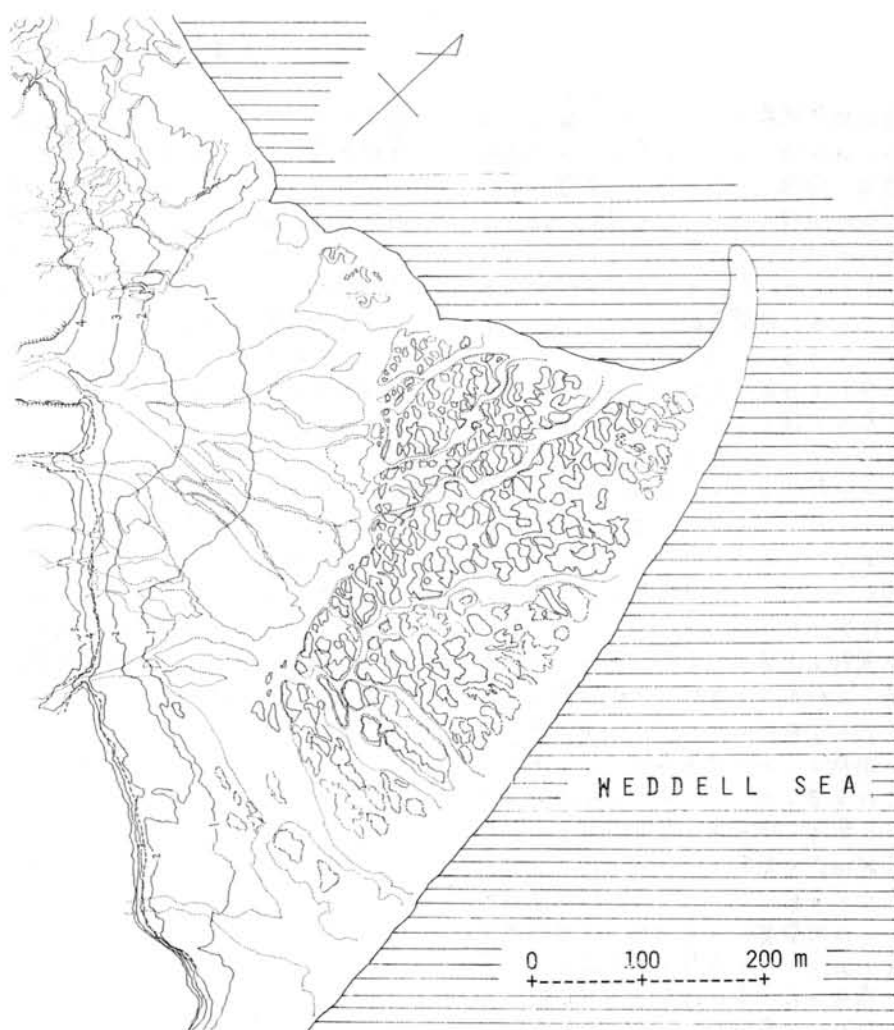
また dome のあるものは典型的な thermokarst depression, または pingo の中央部が陥没したような形態を示していた。すなわち直径 7~8m の dome の上に直径約3m, 深さ約80cm にも達する凹地が幾つか観察され, これらの凹地は dome の中央部にあつたレンズ状の凍土が融解したために陥没して形成されたと推察された。

dome の周辺はその中央部の高まりよりも 50cm~1m 程低い。われわれはこれらの低い所は ice-wedge が発達していた所で, その後 ice-wedge が融けてその上部が落込んで低くなったのではないかと考えた。そこで我々は数地点で深さ 2m ほどのボーリングを実施したが, dome の中央部にも水路の下部にも氷を確認できなかった。dome の表面には無数の crack が発達し, またその周辺の凹地には夏期の満潮時には海水や小さな氷山のカケラ, それに融氷水が入り込み, また潮風による溶蝕作用も加わり, dome の基部を侵食しているのが観察された。したがって現在これらの dome は破壊されつつある。

frost dome の構造と形成年代

frost dome の表面には約10cm ほど黒褐色の泥土が堆積しており, その下方には algae が薄く堆積していた。さらに下方には海成の中粒の砂層が堆積していたが, 貝化石を発見することができなかった。演者は frost dome の地形形成に関連する年代値が得られるかもしれないと考えて泥土や algae を採取した。もし発表日までに放射性炭素法による年代測定が間に合えばその結果について報告する。しかしながら南極地域における放射性炭素年代に関しては, "reservoir effect" の結果, 試料の年代値と知りたい現象が実際に起った年代とはなかなか一致しない。また調査地点の潮位変化は約 3.5m ほどある。したがって仮に年代値が出たとしてもラルセン海岸において観察された frost dome のよ

うな微地形の形成年代の決定にはさらに充分な観察と検討が要求される。



第1図 ラルセン海岸の地形図（等高線間隔 1m. 破線は微起伏を示す）

南極における変動ないし構造地形と東クイーンモードランド

吉田榮夫 (極地研)

南極の地学現象のうち、とらえ難いことの一つは、氷床作用と氷床の変動により形成された露岩、海底、一部の氷床下基盤の地形と地盤運動の関係である。地盤運動の証拠、ことにその時代を示す現象を得ることが困難な場合が多く、氷床変動と地形から評価する際には、その間の地盤運動はないと仮定して考察することも多い。筆者はかつて、やまと山脈の氷床による面的剝削の地形から、かつての氷床高度を復元すればこの地域では海拔3000mほどとなる可能性があることから、氷床による被覆後のやまと山脈の隆起を示唆し、本誌に二が二つの傾動ブロックに分れる可能性があることを示した。海底地形についても森脇らによって、断層構造ないし運動との関係が推定されているが、ここでは、直接的に地盤運動と関連する変動地形が、地質構造に適応した地形からの区別はさらに難しい。

先カンブリア時代の変成作用と変成帯、地質構造の形成からみた地質構造帯が次第に明らかにされてきており、これらは構造的地形配置にも密接に関連するようにみえる。しかし、当然地形を支配しているのは、少くともゴンドワナ分裂以降の、より新期の造構造運動あるいは地盤運動の直接的、間接的結果である筈であり、より古期の地質構造との整合性は、構造に与る差別侵食である可能性が強いが、新期の地盤運動がこれら古期の構造に依存して発生していることもあるかも知れない。

最近のプリンスチャールズ山地でのシリウス層相当層とされる堆積層の発見や、バストフォールドヒルズ、ラルセマンヒルズにおける鮮新世層の発見があり、筆者らの見出したエンダービーランド、リーセルラルセン山の氷成堆積物が、プリンスチャールズ山地のシリウス層相当層に対比される可能性も生れてきており、東南極全域での氷床変動の再検討に、昭和基地周辺の資料が直接的に寄与できることにもなる。それとともに、こうした堆積物の分布と地形の関係が、構造地形、変動地形の問題解決の手掛りとなすことになる。そこで、現在資料は著しく限られるが、他地域の結果を参照しつつ、将来の問題の解明に若干の寄与を行うことを目的として、改めて東クイーンモードランド地域の、変動地形ないし構造地形についての諸現象を整理して提出することと試みる。

アムンゼン湾、リーサー・ラーセン山 周辺の地形

1. はじめに

この地域は1982年に第23次隊が訪れている(Yoshida and Moriwaki, 1983). 筆者らは第29次隊の一員として、1988年2月に4日間この地域で調査する機会を得た。今回の調査の結果では、地形の概略に関する知見はYoshida and Moriwakiとほぼ同じであるが、細部については前回報告されていないものもある。

2. 地形

図1は現地調査とオーストラリア政府撮影の空中写真判読から作成した、地形分類図である。ここでは、氷河堆積物そのものに重点をおきtillとして分類した。

安仁屋政武(筑波大)・林正久(島根大)

2-1. 山地斜面(図2)

氷食とfrost shatteringの結果、稜線はほとんど鋭いAreteとなっている。カールが幾つか分布しているが、Mr. Riiser Larsenの北側と西側には氷河が残っている。いずれも西向き斜面で、降雪、漂雪に対する地形効果を物語っている。カール壁上部や氷河頭部上の壁はfree-face cliffとなっている。しかし、その下部にはtalusはあまり堆積してなく、解氷後あまり時間が経っていないことが推測できる。斜度30-40°の山腹斜面はfrost shatteringで生産された角礫またはtillによって厚く覆われている。

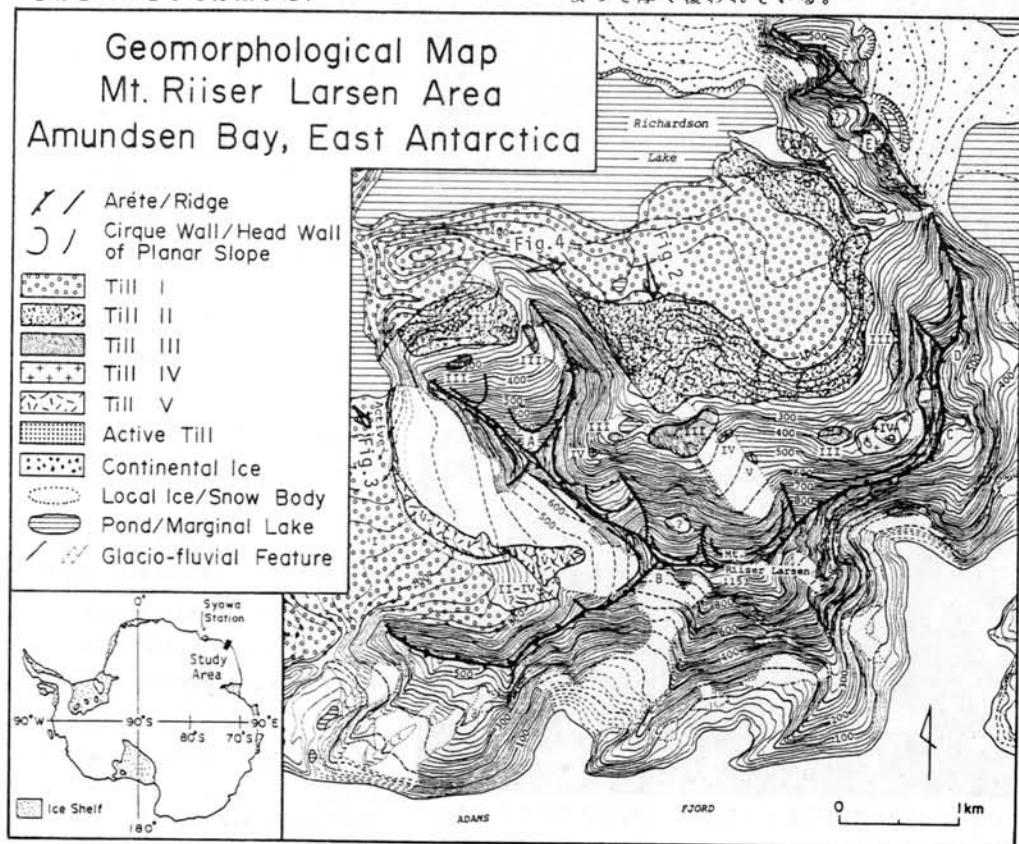


図1. 矢印は図2、3、4の撮影方向を示す。ベースマップは森脇(極地研)の1:25,000の図化図による。

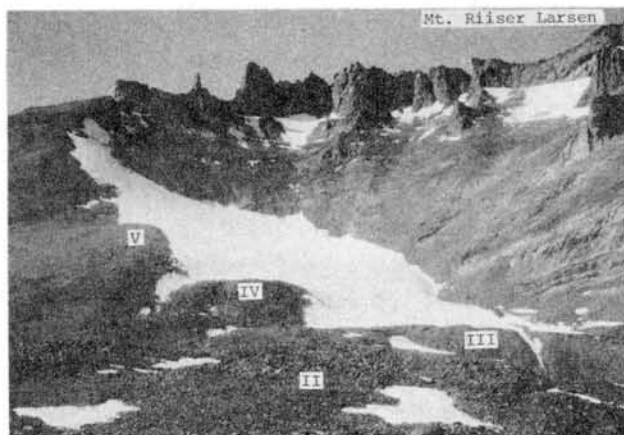


図2。Richardson Lakeの南側よりMt. Riiser Larsen方面を望む。Till II, III, IV, V がはっきりと見える。

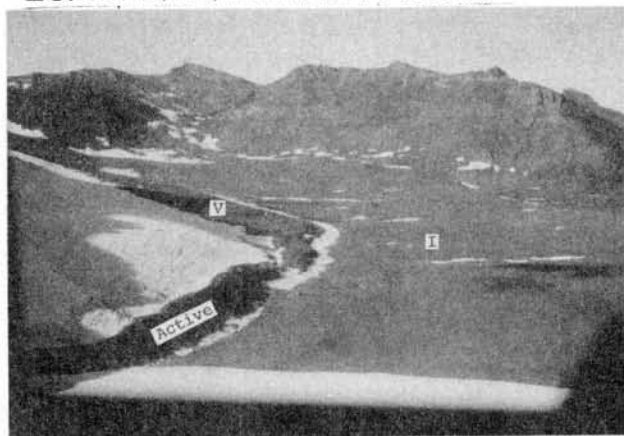


図3。Active tillとtill V, I を示す空中写真。



図4。Till Iの堆積状況と東側山稜。大陸氷は左(北)から右(南)へ張り出していた。右下の池から流れ出る水は、夜も凍らなかった。

2-2. 氷河堆積物

Till I, II, IIIの分布はYoshida and Moriwaki(1983)と若干異なるだけであるが、till IV, Vと現在堆積されつつあるactiveなもの(図3)は、今回の調査で認めた。

2-3. 融氷河水地形

図1のEの西側、till IIに挟まれた狭い地域には、till IIを切っている大きな水路が発達している。V字の断面は20m近い深さを持ち、Richardson Lakeに入る所にはデルタが発達している。また河原の堆積状況を見ると、淘汰の悪い所もあり、ゲムアップー決壊による土石流が発生していることを物語っている。

3. 氷河の変動

Till I(図4)は、現在北に有る大陸氷が南に張り出していた時、堆積された物である。大陸氷の後退に伴い、山岳氷河が発達し、till IIを堆積した。その後、山岳氷河は小休止を挟みながら後退し、till III, IV,の平坦面を築いた。Till Vはごく最近まで堆積が続いていた。

Yoshida and Moriwakiはtill Iの状態から、この地域は最終氷期に氷に覆われなかったとしている。しかし、この地域は水が豊富で、風も強く、凍結融解が活発なため、desert pavementやpatterned groundの発達は早いと考えられる。従って筆者の一人(安仁屋)はこの結論を出すには、もう少しの調査が必要で有と考えている。
Yoshida, Y. and Moriwaki, K. (1983): Polar Research, Special Issue No. 28:240-246.

マラジョージナヤ基地近辺

Mt. Vechernyaya 周辺の地形

安仁屋政武 (筑波大)・林正久 (島根大)

はじめに

筆者らは29次南極観測隊の一員として、1988年2月にソ連マラジョージナヤ基地の東、約10kmの所にある数平方キロメートルの露岩地域を訪れ、地形を調査する機会を得たのでここにその概略を報告する。この地域は、ほぼ真ん中を南北に走る氷体によって東と西に分れ、西に最高峰のMt. Vechernyaya (272m)、東に無名の216m峰がある (図1)。

基盤地形

基盤地形の傾向は、地質構造を反映した選択氷河侵食によるものである。基盤の北側に発達した急崖によって形成されている、WNW-ESEに走るlineationが特に顕著で (図2)、これはGrew (1978) による地質のコンタクトが走る方向とほぼ同じである (図1参照)。こ

の傾向を持つlineationは小さなスケールでも特徴的で、南側 (氷河が流れて来た方向) が急で北側がなだらかな、いわゆる "Sloss and Lee" 地形 (図2) を全域にわたって作り出している。

さらに基盤地形で特徴的なのは、数段の小さな比較的平坦な面がみられ、階段状に海岸に向かって低くなって行くことである (図3)。平坦面の分布を現地観察と地形図から大まかに示しているのが図1である。西側に5段、東側に4段認められ、これをやや模式的に断面で示したのが図4である。これらの平坦面のうちW-IとE-Iは柔らかいgneissから成り、比較的侵食されやすい。他はより固いcharnockitic gneissから成る。平坦面の長軸は、ほぼWNW-ESEに走るものが多く、こ

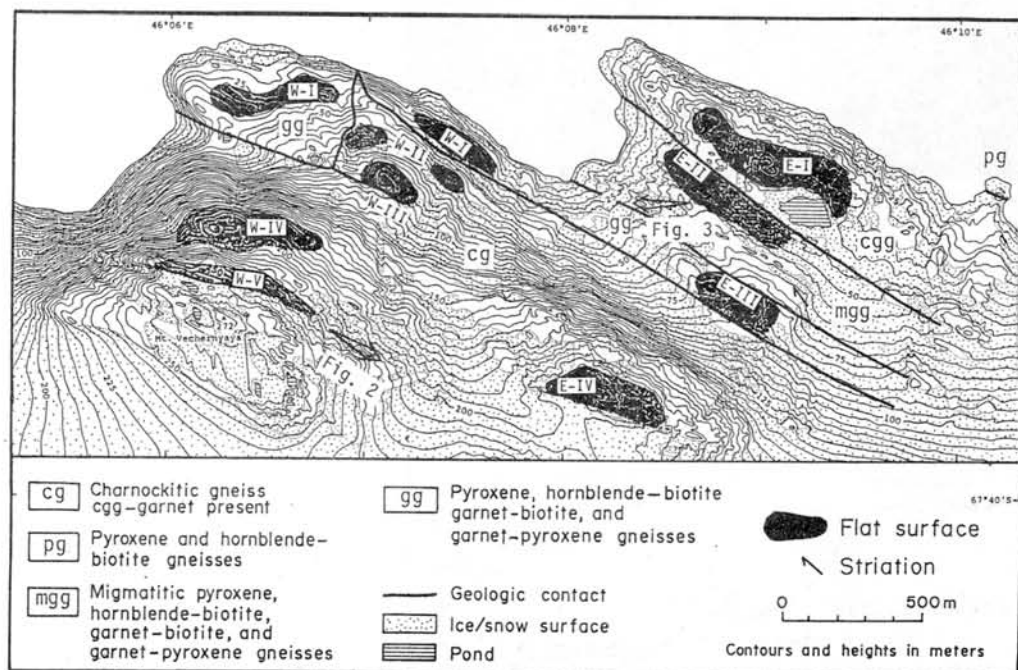


図1. Mt. Vechernyaya 周辺の平坦面の分布と地質。矢印は図2・3の撮影方向を示す。地形図はソ連製 (1:10,000) より複製。地質はGrew (1978) による。

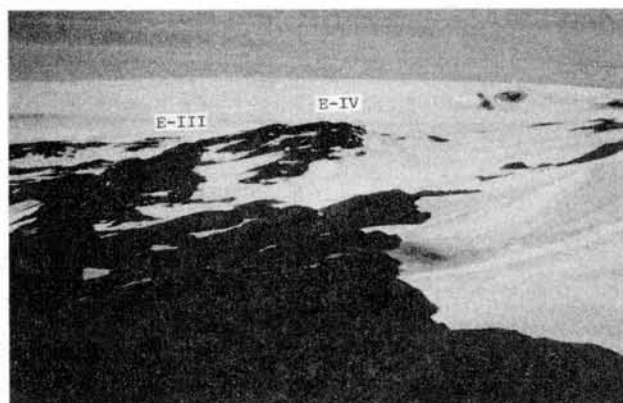


図2。W-V平坦面より東、216m峰（E-I V面）を望む。大陸氷は右（南）から左（北）へ流れた。南が急崖で北がなだらかな斜面なのに注目。

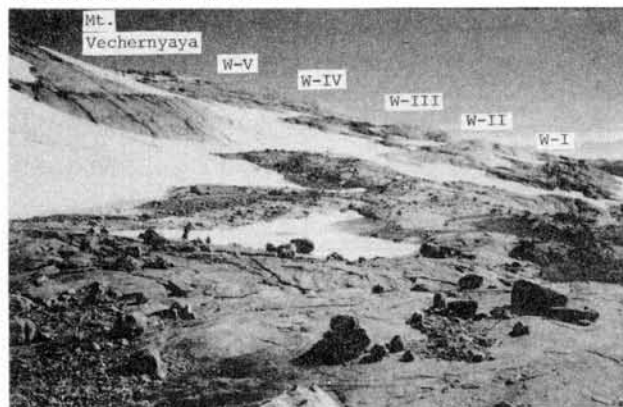


図3。W-IからW-V平坦面を望む。斜面上部は露岩で、下部にまばらに礫があるのに注目。

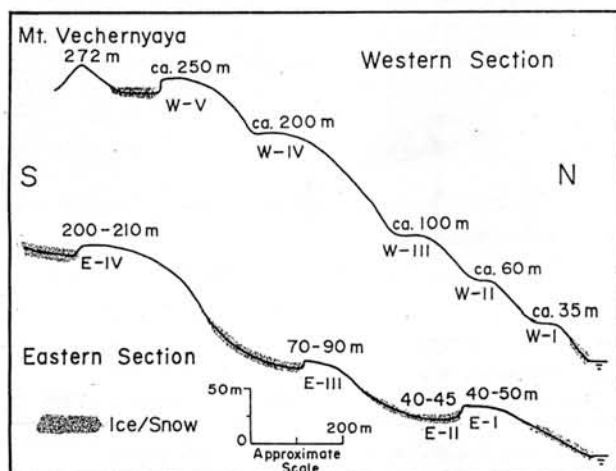


図4。平坦面の模式的断面。

これは基盤のlineation,地質のコンタクトの走向と同じである。このようにことから、平坦面と階段状の地形は、古い断層線、節理、地質のコンタクト、地質の違いに影響を受けた選択/差別侵食による結果と推測している。

堆積物と構造土

氷河堆積物は薄いが、広く分布している（図3参照）。特に東側の下部に多い。礫はやや角ばった新鮮なもので、長径30cm以下が多い。またtafoniの発達が非常に良いのも特徴的である。凹地の堆積物上には構造土、特にpolygonの発達が良い。基盤の上にgelifluction lobeが見られるのも特徴の一つである。

Grew, E.S. (1978): Geol. Soc. Am., Bull., 89, 801-813.

エンダービーランド、ベチェルナヤ山及び リーセル・ラルセン山地域の地質

牧本 博(地質調査所)・浅見正雄(岡山大学)・GREW, E.S. (メーン大学)

演者らは第29次南極地域観測隊に参加し、セールロンダーネ山地の夏期地学調査の後、エンダービーランドにおいて沿岸地学調査を実施した。調査期間は1988年2月14日-22日であり、調査地域はソ連マラジョージナヤ基地東方約10kmのベチェルナヤ山地域(エンダービーランドを構成する原生代変成岩類のレイナー岩体)及びアムンゼン湾沿岸のリーセル・ラルセン山地域(始生代変成岩類のナピア岩体)である。

<ベチェルナヤ山地域>

マラジョージナヤ基地はレイナー岩体の西縁部に位置している。基地周辺の地質は、GREW(1978)によれば、主として1)片麻状構造が良く発達する堆積岩・火山岩起源の片麻岩類と2)深成岩起源のチャーノクタイト質片麻岩からなり、いずれもグラニュライト相の変成岩である。そして、チャーノクタイト質片麻岩のRb-Sr年代は1,022Maと求められている。また、BLACK et al.(1987)によれば、同岩石中のジルコンのU-Pb年代は1,425Maである。ベチェルナヤ山地域は、マラジョージナヤ基地周辺でもミグマタイト化が余り見られない地域であり、変成岩研究に適した地域である。

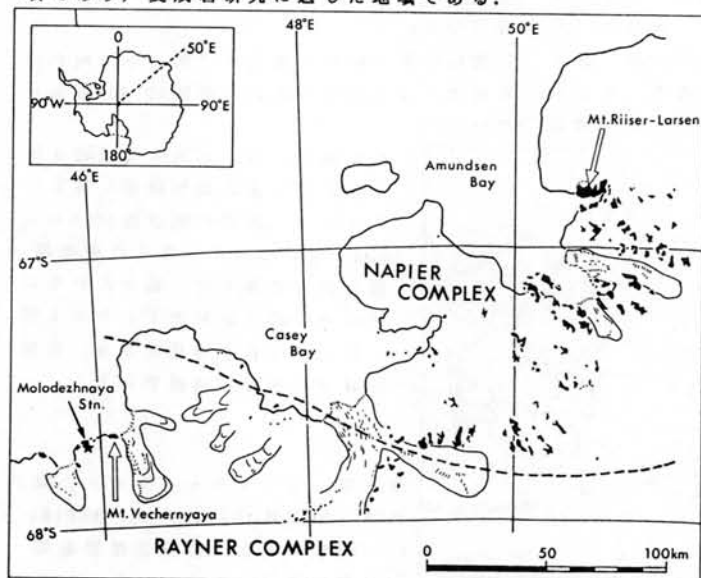
今回の調査は実質2日と日数が限られていたため、代表的な岩相を観察・採取した。

①堆積岩・火山岩起源の片麻岩類では、ベチェルナヤ基地のすぐ西方に、ざくろ石を顕著に含むものが約50m離れて2層準に認められた。この部分はざくろ石-珪線石-黒雲母片麻岩であり、一部にマラジョージナヤ基地周辺でも産出報告の少ない董青石が含まれていた。

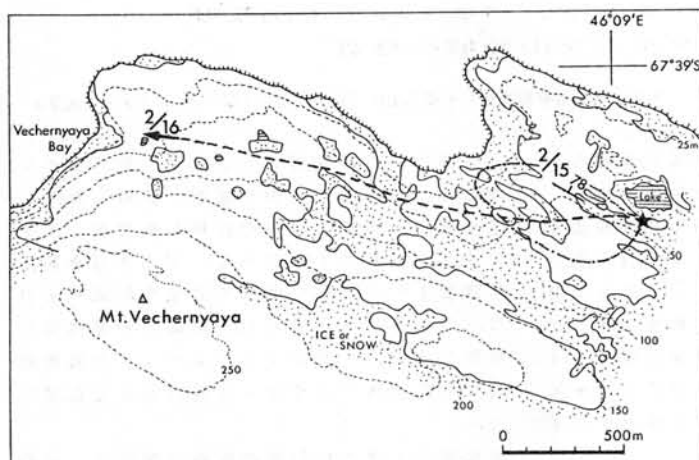
②堆積岩・火山岩起源の片麻岩類には、走向が東西から西北西-東南東で北に急傾斜した片麻状構造が見られる。また、有色鉱物の配列や斜長石の伸長で示される線構造が広く発達し、その落しは東に5-20°である。

③チャーノクタイト質片麻岩は、中粒・比較的均質な岩石で、片麻状構造の発達が極めて弱い。角閃石・輝石・斜長石・カリ長石・石英などからなる。全般に風化の程度が強く、新鮮な試料の採取が困難であった。

④上記の片麻岩類を切って、花崗岩やベグマタイトの岩脈が発達する。幅は数cm-1mで、片麻状構造にほぼ平行する方向と直交する方向にみられた。



第1図
JARE29での調査地域。レイナー岩体とナピア岩体の境界はSHERATON et al.(1987)による。



第2図 ベチェルナヤ山周辺図。星印はベチェルナヤの施設を示す。

<リーセル・ラルセン山地域>

ナピア岩体は、主にグラニュライト相の變成岩類からなり、ドレライトやベグマタイトの岩脈が貫入している。そして、變成岩類の放射年代が始生代を示すこと、またその變成条件が1,000℃近くの高温でPH20が極めて低い条件を必要とすることから注目を浴びている(SHERATON et al., 1987)。

リーセル・ラルセン山地域は第23次隊でも調査された(MOTOYOSHI and MATSUEDA, 1984)。

今回の調査でも、アムンゼン湾沿岸でヘリコプターの着地が可能ということから、リーセル・ラルセン山北側地域を調査対象にした。

①本地域は、主にざくろ石-長石-石英岩及び輝石グラニュライトからなる。両者は、大きくみて厚さ数10m-数mで互層するが、露頭単位でも細かく互層することがある。そして多くの場合、これらの岩石は弱い片麻状構造

を示す。

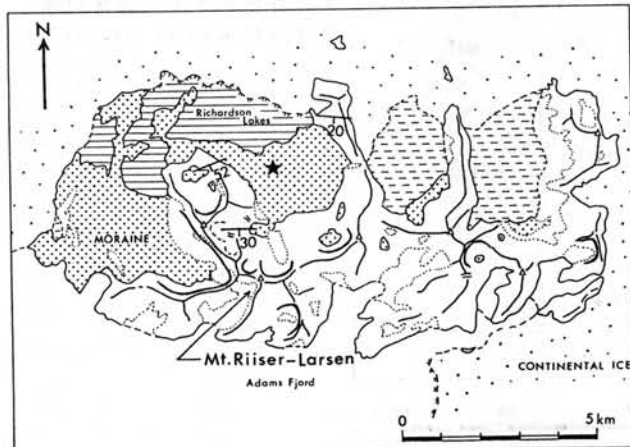
②ざくろ石-長石-石英岩は、一般に灰白色を、風化面では淡褐色を呈する。しかし、本地域の石英は特徴的な紫がかった灰色を呈することがあり、この場合には岩石全体もこの色調を帯びている。このざくろ石-長石-石英岩には、ナピア岩体に特徴的なサフィリン及び大隅石がしばしば見いだされた。

③輝石グラニュライトは、暗灰色・中-粗粒で多くの場合塊状である。輝石・長石を主とし、ざくろ石・石英を伴う。ときに、輝石のみからなる岩石及び輝石-ざくろ石岩が層状にみられる。

④このほか、超苦鉄質岩やIronstoneなどを採取した。

⑤變成岩類の片麻状構造及び異なる岩相の境界面は、ほぼ東西の走向で南に20-50°傾斜している。

⑥本地域には、これら變成岩を切る非變成の苦鉄質岩脈がしばしばみられる。岩脈の幅は数10cmから50mくらいであり、多くは無斑晶質玄武岩であるが、幅の広いものでは中心部は粗粒でドレライト質-輝石はんれい岩質である。岩脈の伸びは北東-南西である。



第3図 リーセル・ラルセン山周辺図。原図はYOSHIDA and MORIWA KI(1983)による。白地は露岩地帯を示す。星印はキャンプ地。

南極産変成岩中の希ガス

齋藤和男、鈴木克典（山形大・理）

南極大陸、エンダービーランドのリュッツォウホルム（Lützow Holm）岩体とナビア（Napier）岩体から採取した変成岩から鉱物を分離し、含まれている希ガスを分析した。得られた希ガス存在度パターンは相対的にNeに富み、Ozima and Alexander（1976）の分類に従えば、タイプIIに属す。このタイプの希ガスは海底玄武岩のガラス質縁辺部に特徴的に含まれており、マントルガスに関連したパターンとされてきた。しかし、今回分析した岩石は堆積岩起源と考えられており、マントルガスの直接的寄与は考えにくい。地表付近によく見られるタイプの希ガス（Ozima and Alexanderの分類によればタイプI）からNeだけが增加するような分別作用を受けた結果と思われる。

1. 試料

試料採取地域を図1に示す。試料は昭和基地付近とリーセル・ラルセン山（Mt. Riiser Larsen）から得られた。

昭和基地付近の試料は、約5億年ほど前に変成を受けたリュッツォウホルム岩体から得られ、これからザクロ石（Garnet）、ケイセン石（Sillimanite）を分離した。リーセル・ラルセン山の試料は25億年前に変成活動を受けた後は地質活動の影響を受けていないと考えられているナビア岩体から採取した。この岩石からはサフィリン（Sapphirine）を分離して試料とした。鉱物の分離は主として、双眼顕微鏡の下でハンドピッキングによって行った。

試料に関する情報をまとめて表1に示す。

2. 希ガス分析

希ガス分析の結果を図2および図3に示す。3つの鉱物とも大気成分と比べて、

著しくNeに富んだパターンを示している。特にケイセン石では $^{20}\text{Ne}/^{36}\text{Ar}$ 比は大気の値の45倍にも達する。またXeも10倍ほど濃集している。このような希ガス存在度パターンはOzima and Alexander（1976）の分類によるタイプIIにあてはまる。タイプIIに属す希ガスは海底玄武岩のガラス質縁辺部に特徴的にみられる。わずかにNeが増加している例は火山ガラスなどにも見られるが、典型的なタイプIIの例は海底ガラス以外からはほとんどされていない。

3. タイプII希ガスの生成機構

タイプII希ガスは海底ガラス中に特徴的にみられることから、マントル中の希ガスと直接関係があると論じられてきた。これはマントル中の希ガス組成は、大気組成や地表付近の試料中にみられる希ガス（タイプI）とは異なっているという認識を暗に含んでいる。Ozima and Alexanderは気層・液層間での希ガスの分配の実験結果を基に、タイプIIガスは“惑星型希ガス”が分別したものとしている。しかし地球内部では液層・固層の間での希ガスの分配が問題になるので、気層・液層間の分配に基づいて論じることには難がある。またマントル中の希ガスを独立した成分と考える場合には、タイプIIガスはマントル成分とタイプIガスの混合によって説明されることになるが、この場合にはマントル成分は始原的成分とは考えられず、やはりいつかの時点で、“惑星型希ガス”あるいはタイプI希ガスから作ってやる必要がある。今回南極変成岩中に、タイプII希ガスが存在することがわかったことにより、タイプIガスからタイプIIガスが作られる可能性が示された。

図4はタイプIガスからタイプIIガスを作る可能性のある機構の1例である。一番強く変成を受ける領域、あるいは岩石が溶解する領域内では、取り込まれていた希ガスはすべて領域内で再配分される。このままではパターンの変化は起こらない。そこで周辺領域から希ガスが入り込んでくることを考える。拡散係数が温度(T)とそれぞれの希ガスに固有のエネルギー値(E: 一種の活性化エネルギー)の関数とすると次の式のように表せる。

$$D = D_0 \exp(-E/kT)$$

ここにEはそれぞれの希ガスの原子の質量(m)と大きさ(r: 半径)に依存する。つまり、

$$E = E(m, r)$$

である。このような現象は温度依存性が著しく、ある臨界温度以上では現象が顕著に生じるが、臨界温度以下では現象はほとんど進行しない。

いま、周辺領域で温度がNeに対する臨界温度よりは上であるが、その他の重い希ガスに対する臨界温度よりは下である場合を考えると、Ne濃度の選択的上昇を説明することが出来る。また温度がNeに対する臨界温度よりあまり高くはないと考えるとタイプIIパターンに特徴的な $^{20}\text{Ne}/^{36}\text{Ar}$ 比の大きなばらつきを説明することもできる。

Table 1

SAMPLING SITE	Lützow Holm bay	Mt. Riiser-Larsen
BODY	Lützow Holm body	Napier body
ROCK TYPE	Garnet-Sillimanite-Schist	Osumilite-Sapphirine-Quartz-Granulite
ORIGINAL ROCK	Sedimentary rock	Sedimentary rock
AGE	500 Ma (K-Ar) 700 Ma (Rb-Sr)	2500 Ma (U-Pb, Pb-Pb)

Fig. 1

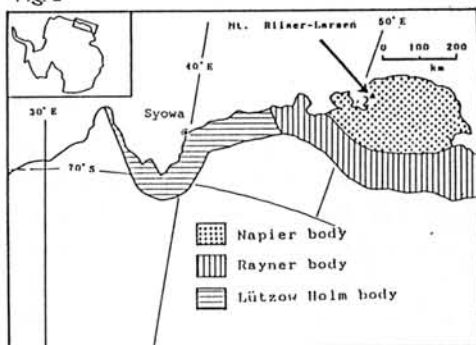


Fig. 2

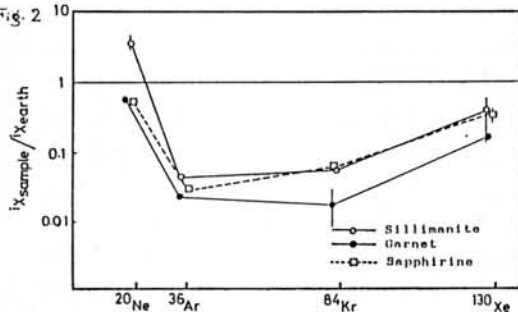
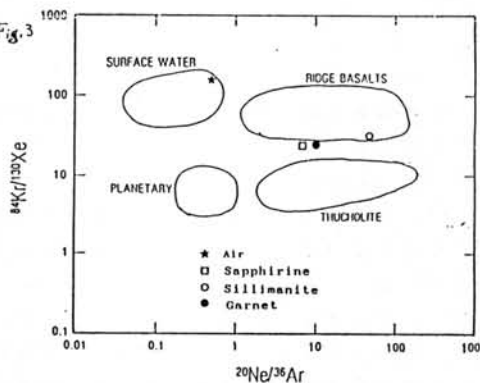


Fig. 3

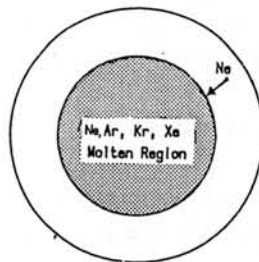


$$D = D_0 \exp(-E/kT)$$

$$E = E(m, r)$$

m : Mass of a rare gas atom

r : Radius of a rare gas atom



モーソンチャートノカイトの自然残留磁気

船木 実

MART IDNURM

(国立極地研究所)

(BMR AUSTRALIA)

南極MacRobertson Landにはオーストラリアのモーソン基地 (67.6° S, 62.9° E)がある。この地域にはMawson charnockiteと呼ばれる岩石や片麻岩類が広く分布している。1986年この地域のモーソン基地内、Painted Hill、Rumdoodle Peak、それにMt. Burnettから合計134個の古地磁気用岩石試料を採集した。モーソン基地及び Rumdoodle Peakの試料はMawson charnockiteと呼ばれるhypersthene-quartz feldspar rockが、またPainted Hillにはquartz-heldsper gneissが露出している。今回これらの岩石のNRMを測定したので、その結果の一部を紹介する。なおMawson charnockiteの地質年代はRb-Srで1084±37ma、K-Arで535maが求められており、この地域の岩石はカンブリア紀中期にあった熱変成によりNRMを獲得した可能性が大きい。

NRMの交流消磁に対する安定性を50mTまで行った。その結果Mt. Burnettの岩石のNRMは極めて安定であったが、Painted Hill 及びRumdoodle Peakのものは不安定であった。Mawson基地のcharnockiteは一般に20mTまで安定であったが、場所により安定性に大きなバラツキがあった。Normal (上向き) に磁化した試料の多くは10mTの交流消磁で水平あるいはReverse (下向き) の磁化が現われた。

10mTで交流消磁した安定なNRMを持つ試料について、熱消磁を行った。その結果Mt. Burnettの岩石は500-600℃の間にNRMブロッキング温度を持つのにたいし、Mawson基地のcharnockiteは300℃付近及び400-600℃のブロッキング温度を持つものが多い。この300℃付近のものはNormalであるのに対し、高温のものはReverseの磁化である。

以上の実験結果から、Mt. Burnett試料はmagnetiteの持つ一時磁化を、Mawson基地の試料はReverseの一時磁化とNormalの二時磁化を持つものが多い。この二次磁化は交流消磁でかなり取り除くことができるが、熱消磁のほうがより完全に取り去ることができると考えられる。交流消磁10mTでNRMの不安定成分を取り去った時点でのNRMの方向及びVGPの位置は表1に示す通りである。

得られたVGPの値は、今までに東南極で得られた古生代初期のVGPに対し、緯度は同じであるが、経度が約100°東方に位置している。これは先カンブリア時代末～古生代初期にあったと考えられている Gondwana大陸の回転と関係していると考えられる。

表1

demag.	Mt. Brunett		Mawson Station	
	0mT	20mT	0mT	10mT
N	18	1	44	44
I	3.5	18.8	-7.9	19.2
D	36	39.1	47.5	51.2
K	6	12	8	12
α_{95}	15.9	10.6	8.1	6.6
LAT		7.8N		4.4N
LON		101.8E		1.32E

ブライド湾における海底地磁気観測

藤 浩明^{*}・佐藤 夏雄^{**}・瀬川 爾朗^{*}^{*}：東京大学海洋研究所，^{**}：国立極地研究所

1. はじめに

海底磁力計は、海底での地磁気3成分時間変化測定により海底下電気伝導度分布を求めることを目的として、アメリカ次いでカナダ・日本等で開発・発展せられてきたものである。従って本観測の目的も先ず海底下電気伝導度分布を知ることにより力点が置かれるが、固体地球の分野に限らず超高層物理の分野にとっても有意なデータが取得できる可能性がある。

南極地域における地磁気観測は、内陸の地磁気観測点での観測から始まり、航空磁気測量、次いで衛星データの利用、のように拡大してきたが、海洋の地磁気、中でも海底磁力計を使用した例は皆無であった。本観測での試みは、日本隊では勿論おそらく世界でも最初の南極地域における海底地磁気観測例となるであろう。

海底磁力計が内陸の観測点と比較して最も有利な点は、測定環境の一様性である。海底の温度は極域でも零下数℃を下回ることではなく、温度変化幅も0.2℃以内である。温度条件だけから言えば、内陸に長期間地磁気観測点を維持するより、海底磁力計を積極的に活用することでデータの質に対するコストパフォーマンスを向上させることができるかも知れない。

2. 観測機器

本観測に使用した海底磁力計は、自己沈下・自己浮上式の3成分フラックスゲート型海底磁力計である。仕様その他については、瀬川他[1]に詳しい。組立時の総空中重量は約80kg、高さ1m、幅奥行きとも60cm程度の比較的小型のシステムである。

海底磁力計本体の分解能は0.1nT、測定インターバルは1分～8分の可変式である。今回の観測においては1分毎の測定とした。電源には容量30AHの内蔵Li電池、記録媒体にはこれも内蔵の64KBROMボードを5枚使用する。

敷設・回収は、鉛錘を装着した海底磁力計を投入し、回収時に再度投入点に戻って船上から音響呼び出し装置で呼び出し及び切り離しを行うことにより行う。従って、海底磁力計には耐圧浮力材・切り離し装置・音響トランスポンダー・ハイドロホン・浮上時探素用のビーコンが装備してある。

尚、回収時に水況が悪化し回収不能になることも想定し、音響トランスポンダーは1年仕様のものを用いた。

3. 敷設・回収オペレーション

本観測の最大の問題点は、敷設・回収時の水況予測である。できうる限りの水況事前調査は行ったが（過去三か年の12月下旬及び2月上旬のブライド湾水況図の作成、NOAA衛星画像の検討、CICレーダースキャン及びヘリによる水状偵察等）、真の予測は困難である。今回の観測では、幸い天候に恵まれた。

敷設作業は、あすか・30マイルオペレーションが全て終了した1987年12月30日午後ブライド湾にて行われた。15:41LT海底磁力計投入後、舷側からハイドロホンを下ろし磁力計を呼び出し、15:54LT着底を確認。しらせは昭和基地へと向かった。

海底磁力計投入位置を図1に、投入点の詳細を表1に示す。

回収作業は、しらせがブライド湾に回航しセルロンダーネ夏期地学調査隊のP/Uを終了した1988年2月7日午後行われた。13:10LT投入点にて停船、ハイドロホンを下ろし呼び出し、明確な応答を得た。13:12LT切り離し、13:25LT浮上。内火艇にて浮上した海底磁力計を確保・曳航、観測甲板に揚収した。停船から揚収迄約1時間、極めて迅速に作業を完了できた。

4. 観測データ

本観測の結果、ブライド湾における1987年12月31日19:00UT~1988年2月5日18:59UTまでの36日分の地磁気3成分毎分値が得られた。これに加えて28次隊が持ち帰った昭和基地における地磁気3成分の磁気テープ編集データ〔2〕: Yamagishi et. al)を内陸データとして用い、2点間の地磁気時間変化の違いを比較検討した。

得られたデータの例を図2に示す。図2は1988年1月6日00:00UT~23:59UTの地磁気3成分時間変化を昭和基地及びブライド湾について示している。縦軸の1目盛りは200nTである。

図3~図6に、FFT法によるスペクトル解析の結果を示す。図3は、昭和基地とブライド湾のパワースペクトル、図4は、ブライド湾における地磁気各成分間のコヒーレンス、図5は、昭和基地における地磁気各成分間のコヒーレンス、図6は、昭和基地とブライド湾の各々対応する地磁気成分間のコヒーレンスである。

時間領域と周波数領域での比較結果を総合してみると、次の三つの特徴があることが判った。

- ①ブライド湾における地磁気時間変化は、H成分とD成分の相関が高く、特に短周期側でそうである。(ΔH = -ΔD)
- ②昭和基地における地磁気時間変化は、Z成分と他の水平2成分との相関がブライド湾のそれよりも高い。
- ③昭和基地とブライド湾とで地磁気時間変化の各成分を比較すると、Z成分同士との相関が最も高い。

各周波数帯についての更に分解能をあげた議論は、観測点の数・データ長から見て難しいが、例えば①について、北半球の高緯度地方(Aleret)での同じ様な報告例もある〔3〕: Whitham and Andersen)。この場合、地下電気伝導度異常(Conductivity Anomaly)による説明がなされている。しかし、図2が示すように、ブライド湾の昼側の時間帯ではH成分とD成分の相関の高い短周期時

間変化が卓越していることが多い。一方、昭和基地ではその様な短周期変化は余り見られない。このことはブライド湾におけるH成分・D成分のパワーが昭和基地におけるそれらよりも高いことにも反映していると考えられる。更に、Aleretとブライド湾では磁気緯度も異なることなどから、①の原因が短波長のソースフィールドの影響によるものなのか、地下電気伝導度構造の違いによるものであるのか、或は、その両方であるのかは結論しがたい。

5. おわりに

本観測の結果、南極地域においても海底磁力計の使用が現実的なものであることが判った。また取得されたデータも十分実用に耐えるものであった。今回の観測では海底磁力計を一台投入するのみであったが、将来的には観測点を増やすと同時に海陸共同の観測を行って、南極地域の地球電磁気学的理解を深めることが望まれる方向であろう。

6. 文献

- [1] A Sea Floor Magnetometer Model OBM-S4 - 0.1nT Resolution, ROM memory and Acoustic Release -, J. Geod. Soc. Japan, Vol. 32, No.4, (1986), pp.248-273
- [2] JARE Data Report, No.128, (1985)
- [3] The Anomaly in Geomagnetic Variations at Alert in the Arctic Archipelago of Canada, The Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, Vol.7, 1962, pp.220-243

Table 1 JARE 29次観測南極磁力計観測点

Instrument	St.	Position XMSD	Geographic Coordinate	Depth (m)	Code	Beacon (kHz)	Start Time	Sampling Rate
OBUS4	231	70°18.3'S	67°51.8'S	327	IC	OAR	31st/	1 min.
		24°18.3'E	62°25.3'E				27.045	SEC
							22:00	
							17	
SAR	69°	8.8'S	69°26.3'S					
	35°25.9'E	37°48.8'E						

Fig.1 Bathymetry of Breid Bay

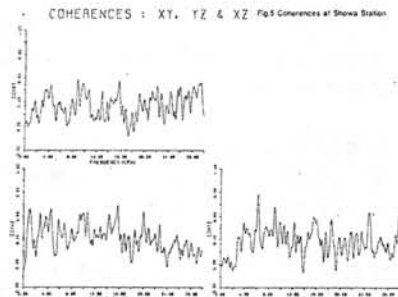
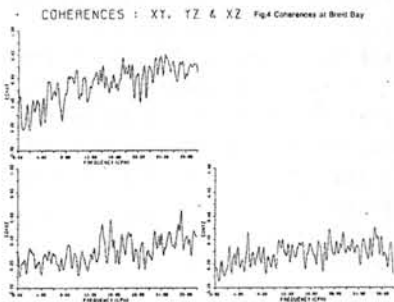
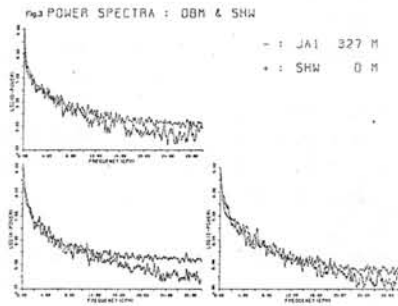
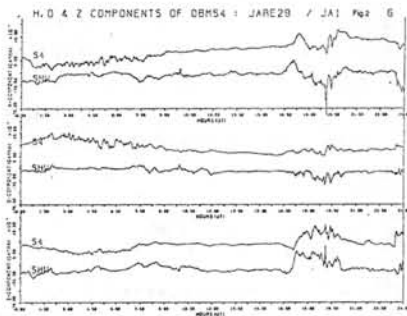
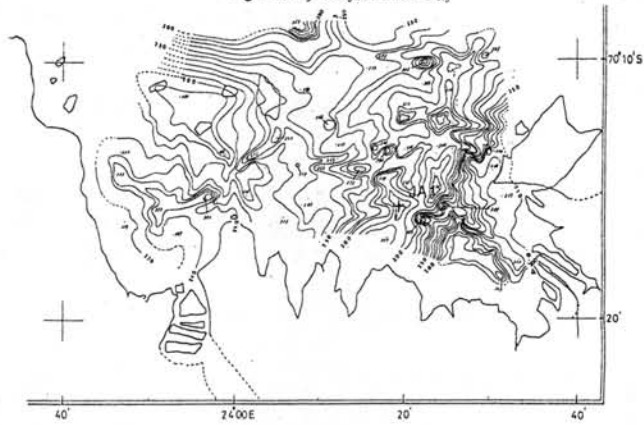
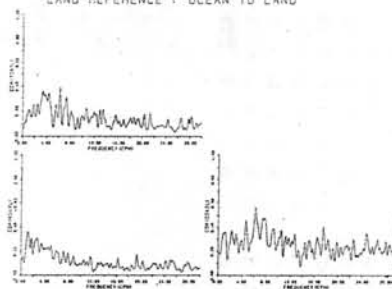


Fig.6 Coherences between Breid Bay and Shwa Station
LAND REFERENCE : OCEAN TO LAND



セールロンダーネの基準点測量について

飯村友三郎、石原正男 建設省国土地理院

南極地域の基準点測量は、昭和32年1月の第一次観測で昭和基地における天文測量により、経度、緯度、方位を決定し、さらに、標高は当時の開水面を基準として決定したことに始まった。

この点は現在、天測点として南極の座標原点としての役割を果たし、昭和基地周辺の多くの基準点と統一座標系で結合している。以来、昭和基地沿岸を始め、やまと山脈等の内陸山地において地形図作成の為に基準点測量を精力的に実施してきた。

第25次観測からは、昭和基地周辺の基準点整備もほぼ完成し、観測地域がセールロンダーネ山地へと移った。セールロンダーネ山地では、測量方式も従来の天文測量から人工衛星ドップラー観測へと移行し、基準点の精度向上に努めてきた。

従来の天文測量では、30m程度の位置誤差はやむを得ないものであったが、人工衛星

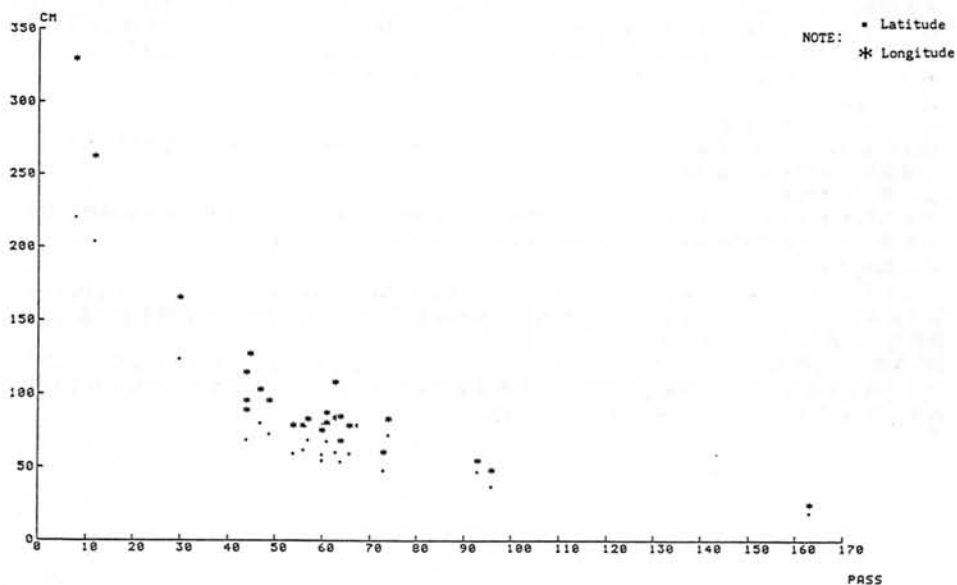
ドップラー観測の利用により測位精度は一気に数メートル以内に向上した。

セールロンダーネ山地における基準点は、人工衛星観測点付近に設置する方式をとり29次隊までの設置総点数は既に128点(補点を含む)に及んでいる。

これにより各露岩の位置も正確に求められ既に刊行されている外国隊作成の地図及び人工衛星の軌道、姿勢データから画像の幾何補正を行う手法で作成した衛星画像図において位置、標高の差異が確認されたてきた。

今後は、これまで独立して基準点を設置してきた地域、すなわちリュツォホルム湾沿岸プリンスオラフ海岸、大和山脈、そして、セールロンダーネ山地においてG. P. S.を利用した高精度測地網を構成し、大縮尺の地形図の作成や地殻変動の検出に寄与することを期待している。

Standard deviation of NNSS observation



セルロンダーネ地域におけるJARE-28固体地球物理観測の概要

渋谷和雄 酒井量基 鮎川勝

(国立極地研究所)

JARE-28 (あすか越冬隊) は1986年12月下旬より1987年12月下旬にかけて東クインモードランド、セルロンダーネ地域、及び”あすか観測拠点”において各種固体地球物理観測を実施したので、その概要を報告する。

1. 地磁気観測

a. 地磁気絶対測定

シール岩測地基準点(25-01)の北側約20 mに銅筋と石膏で地磁気絶対観測用の基準台を設置した。Tマークはロムナーエス山山頂近くに設置した。GS1型二等磁気儀を用いて4月26日より測定を開始した。12月18日までに合計10回ほど1月おきに測定したが、5、6月は低温による磁気儀動作不良のためデータが得られなかった。1987年平均値として $D = -36^{\circ} 19.2'$, $I = -63^{\circ} 53.3'$, $F = 43073 \text{ nT}$, $H = 18960 \text{ nT}$, $Z = 38676 \text{ nT}$ が求められた。

b. 航空磁気測量

11月12日から12月4日にかけて7フライト38時間の航空磁気測量を実施した。図1に示すようにセルロンダーネ山地北半分と山地北側永床域に18コースの測線(150 km)を設定しほぼ等磁気線方向に飛んだ。測定システムは、EG&Gの866型プロトン磁力計とJARDAS(Shibuya and Yoshida, 1987)によった。VLF/オメガ位置とGPS位置が同時にデータ集録されたフライトもあり、位置決定精度の向上を通じての磁気異常決定精度向上が期待される。

c. 地上磁気測量

ABルート上1 km毎の磁気測定を実施した。航空磁気測量の比較グラウンドデータとして用いる。また、地磁気じょう乱時、30マイルとあすかにおいてプロトン全磁気値同時観測を実施した。これは、航空磁気データ解析における短時間磁場変動補正の有効性を調べる資料として用いる。

2. 重力

a. 地上重力測定

12月14日-29日にかけてラコステG805重力計を用い、ブライド湾-プラットニーバネ間の1 km毎の重力測定を実施した。測線はLルートとABルートのほぼ24°E上である。今回GPS interferometric surveyingにより海面から内陸露岩(シール25-01測地基準点)まで10 km毎のトラバースを行った(図2)ので各10 km区間内の気圧高度データと合わせ解析することにより全重力測定点の高度を+2 m誤差で決定できると期待される。

b. あすか観測拠点における重力潮汐観測

あすか観測拠点において、ラコステG805重力計とHarrison-Satoフィードバック回路により6月3日-12月12日の期間重力潮汐観測を実施した。この間昭和基地においても同種の観測が実施されている。極域と中、低緯度域で分潮のδ-ファクターに相違があるかどうか興味もたれる。本シンポジウムにおいて予察的な解析結果が小川等により報告される。

3. その他

a. アイスレーダー観測

図1の点線測線に沿って5フライト23時間のアイスレーダー観測を実施した。山地北側ノルトッペン東側に起伏のある基盤地形が予想される。

b. 多点地震観測

あすか観測拠点において1200 m x 500 m内に固有周期2 Hzの上下動地震計10台、水平動地震計2台を配置し10地点地震観測を53日間(8月16日-10月2日)実施した。

c. 衛星測量

SONY GTT-3000 (一波4チャンネルGPS受信器)によるGPS interferometric surveying testをいろいろ実施した。あすか、30マイル、L0に歪み方陣を設定し、GPS測量で変形が検出されるための条件などを調べるために8ヶ月間において再測した。

GPS測量との比較データをとるためNNSS トランスロケーションによりLルート上4点の衛星ドップラー受信観測を実施した。固定点はあすか沈下量基準ボールとし、シール測地基準点25-01と結んで図2のGPSトラバースと比較できるようにした。

図1. セロロンダネ地域における航空測量

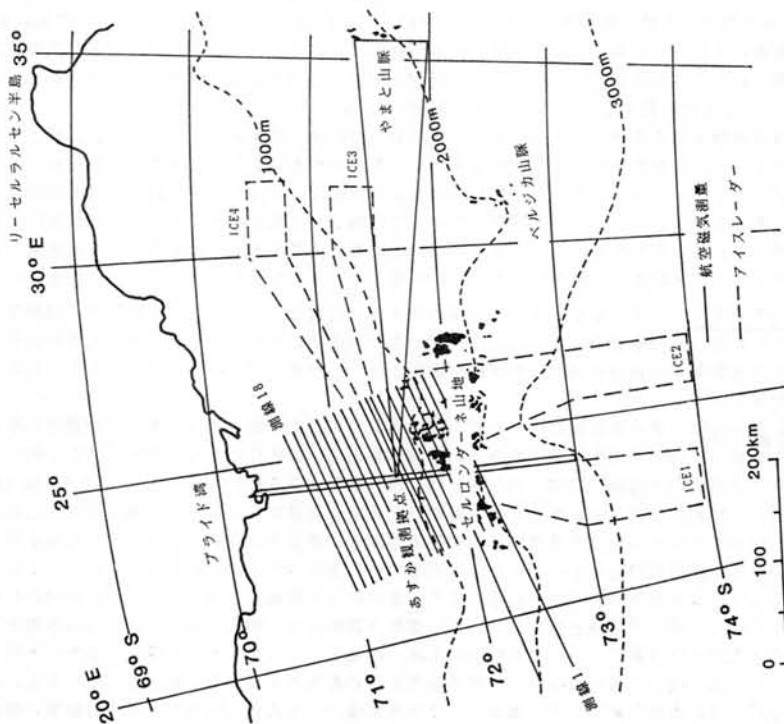
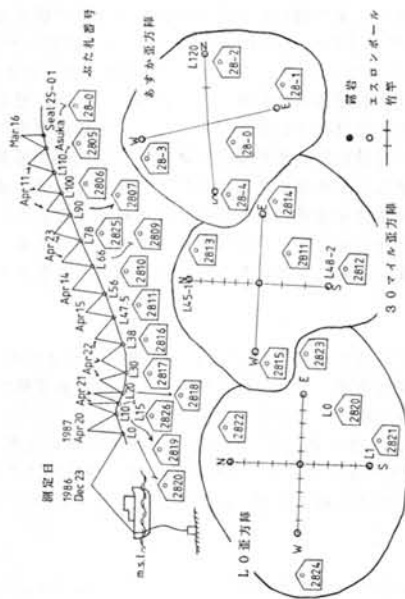
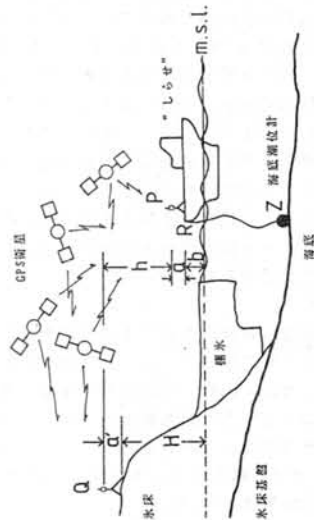


図2. GPS トラバースと歪み断



Lo における海拔高度とリッフェ



氷流化しつつある氷床

— プリンセスラグンヒルド海岸・セールロンダーネ山地の基盤地形から—

西尾文彦(極地研)・浦塚清峰(通総研)・大前宏和(北大低温研)

はじめに 氷床の存在は南極大陸の地殻に影響をあたえる。また地形の形成や変動に大きな特徴をもたらす。例えば、南極大陸の大陸棚外縁部が400-900 mと深くなっているのは、氷床が存在しているためで、その重みで南極大陸地殻が数百 m 押し下げられている表われと考えられている。一方、南極大陸氷床の存在とその安定性は、大陸地形、特に基盤地形に依存すると考えられる。現在の南極氷床の縁辺部には多くの山脈が見られ、これらの山脈が氷床の流出を阻止し、氷床の存在に影響を与える環境条件の変動にたいして、氷床が安定に存在する効果を示すものと考えられる。ところが、これらの山脈や基盤地形高度の高い地域の中に、比較的基盤高度の低い地域が存在する。多くは海拔以下の高度を示す。この地域の氷床は氷床の後退にともなう、速い流れをなす氷流を形成していくのではないかと考えられる。氷床の後退は氷流化現象が沿岸から内陸部に伝ばんしていき、氷床の消耗がおこる。現在、南極氷床には多くの氷流が存在しており、白瀬氷河も氷流化しつつある氷床と考えている。また、セールロンダーネ山脈とベルジカ山脈の間の氷床に氷流化しつつある氷床とかがえらる地域があるので、ここに報告したい。

基盤地形の調査(電波水厚計による水厚測定) 1986年12月から翌年1月にかけて、雪上車および航空機による電波水厚測定をおこなった。あすか基地を拠点として東西南北、約400 kmの範囲にわたって航空機による電波水厚測定をおこない、山脈付近の地形の複雑な地域では雪上車による水厚測定を実施した。

その結果次のようなことがわかってきた。(1)セールロンダーネ山脈とやまと山脈を結ぶ線の北側に存在する氷床は海洋性氷床であるといえる。(2)ブライド湾からリーセルラルセン半島にかけて、棚氷の厚さが100-400 m になるボードワン棚氷がそんざいする。(3)セールロンダーネ山脈より南方の氷床は基盤高度が1500-2000 m の上に存在する大陸氷床である。

ボードワン棚氷 棚氷は氷床が海洋に流出し海水に浮かんでいるものを呼ぶ。ボードワン棚氷は図1に示すように、プリンセス・ラグンヒルド海岸の広い面積を占める。面積は約30,000 km² で、全南極の棚氷面積の約2 % を占める。氷床と棚氷の境界を接地線(grounding line)と呼び、図1に示した。ボードワン棚氷の海岸線付近には、氷床の表面地形がドーム状をしたアイスライズが存在している。アイスライズは棚氷の底が着底しており、海水に浮いた棚氷が海洋に流出していくのを防ぐ役割をしている。図1には水厚測定で確認されているDaewael Ice Rise、Lルート近くに位置するRoi Baudouin Ice Rise を記した。

氷床の縮小後退機構を考える場合、氷床—氷流—棚氷が一つの流出系を形成していることが重要である。そして、この系を作るために基盤地形が大きな役割を果たすと考えられる。すなわち基盤高度が海面下でなければ棚氷の形成がないわけで、セールロンダーネ山脈北側の海洋性氷床は、今後も氷床の縮小後退の流出系を形成する条件に至る所に備えているといつてよい。現在、ボードワン棚氷には数か所のアイスライズが確認されており、棚氷の流出を防いでいると思われる。が、あすか基地の北北東に位置する地域の棚氷は、流出速度も大きく、その上流域の氷床で大きな流動速度が観測されたことから考えて、何らかの変化が起こりつつあると考えられる。

氷流化しつつある氷床? セールロンダーネ山脈の間を流れる鎧流水河は、北側に位置する海洋性氷床の消耗量を維持するだけの氷の流出量を有していない。山脈が氷床の流出にたいする阻止効果は大きい。従って、消耗量に見合うだけの降雪量と山脈の両側からの供給が必要となり、氷床流出の大きいことが考えられる。図1の等高線のようにすくなくとも窺える。

図1に示したセールロンダーネ山脈とベルジカ山脈のあいだのG13地点では、表面流動速度が年間90 m にもなり、かなり大きい。図2の氷床断面図をみると基盤高度が広い範囲にわたって海面下約200-300 m である。

ところが、G13地点の下流域では幅、約20-30 kmの深い谷が(深さ1200-600 m)、長さ約200 km にわたって存在していることがわかった。そして、あすか基地の北北東に位置する流出速度の速い棚氷へと続いている。いまボードワン棚氷からG13地点を通り内陸部に至る等高線に直交する流線を引き、その断面を求めると、ランパート氷河や南極横断山脈の鎧流水河のひとつであるバード氷河の氷床断面に類似している。これらの氷河は現在、氷流化しつつある氷河と考えられている。また、氷床の力学的状態を表すdriving stressの分布を求めると、やはりこれらの氷河の分布と類似している。衛星写真からは、棚氷の部分では氷流の形態をみることができが、その上流域では明瞭でない。この地域の氷床が氷流化しつつあるという確証はまだ不十分である。しかし、先に述べた氷床の縮小後退の流出系を形成するための必要条件を有した地域であるといえる。今後、航空機による表面地形・基盤地形の調査および衛星による氷床監視から氷流化しつつある氷床の動態を確認できるものとする。

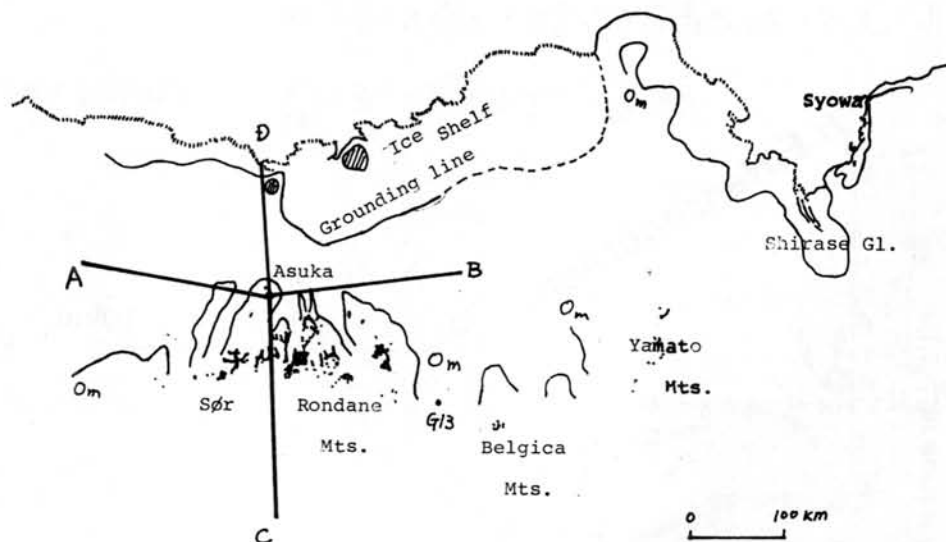


図1。プリンセスラグンヒルド海岸・セールロンダーネ山地の基盤地形。基盤高度0 mの等高線だけを示した。ボードワン棚氷はICE SHELFと示した範囲で、接地線(grounding line)の実線部は氷厚測定からもとめた。点線は氷床表面高度から推定した。直線の実線は、航空機の氷厚測定コースであり、図1・2の氷床断面図に相当する。

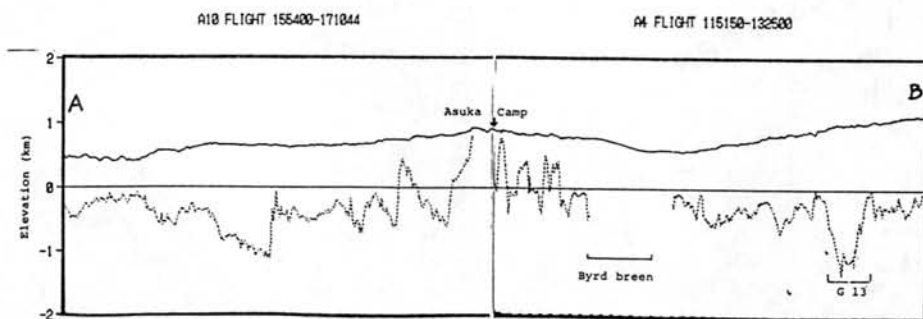


図2。航空機による氷厚測定コース A-ASUKA-B の氷床断面図。G13と記した地域の上流にこの地点が位置する。この深い谷はG13地点で海拔、約0 mとなる。

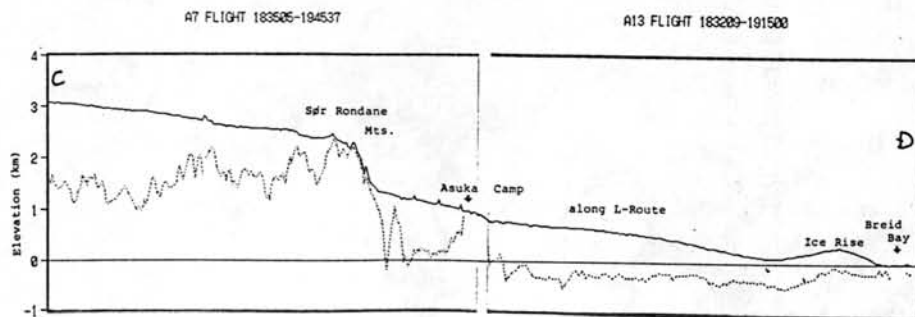
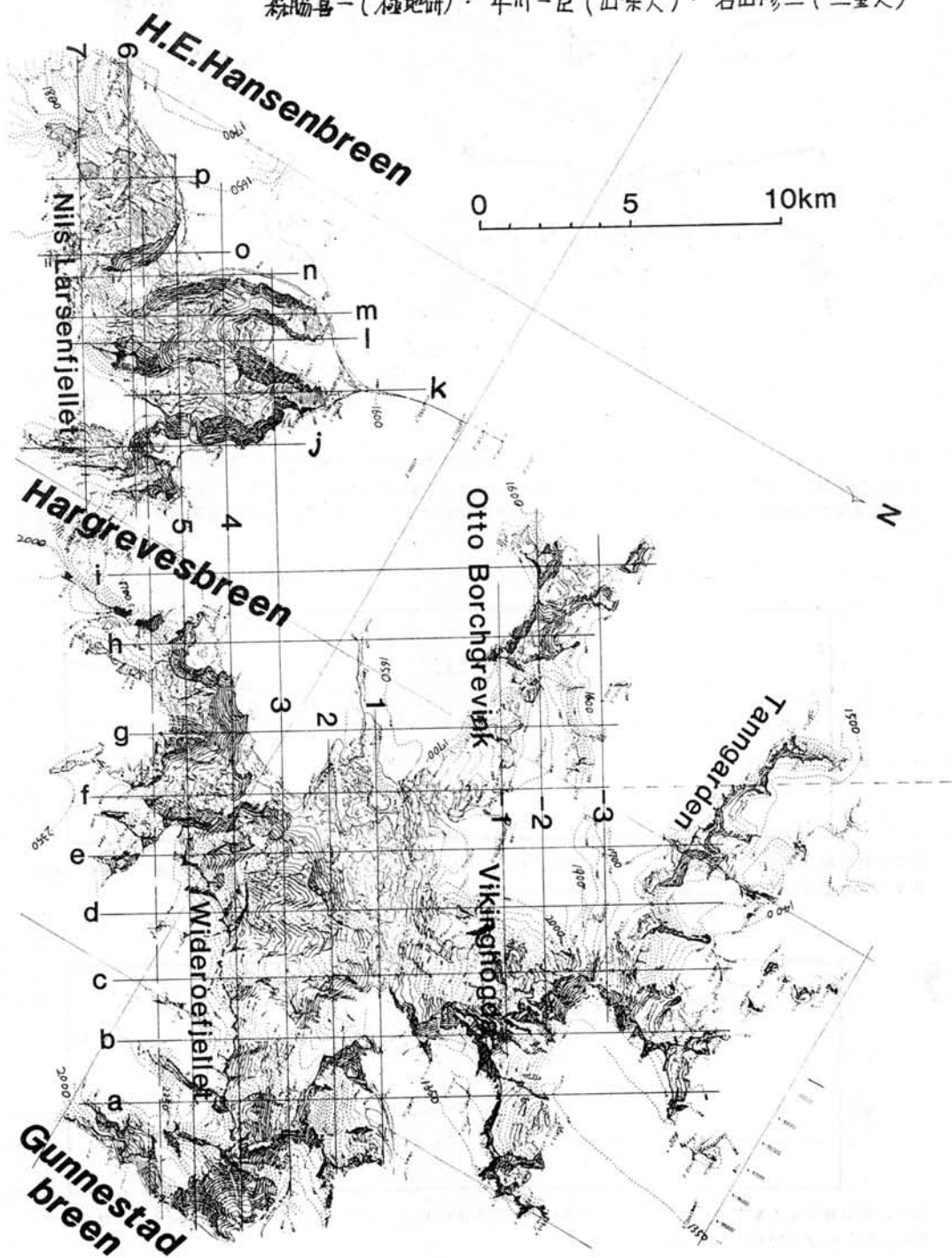


図3。航空機による氷厚測定コース C-ASUKA-D の氷床断面図。あすか基地からブライド湾では基盤高度が-300--400 m なのが明らかであろう。

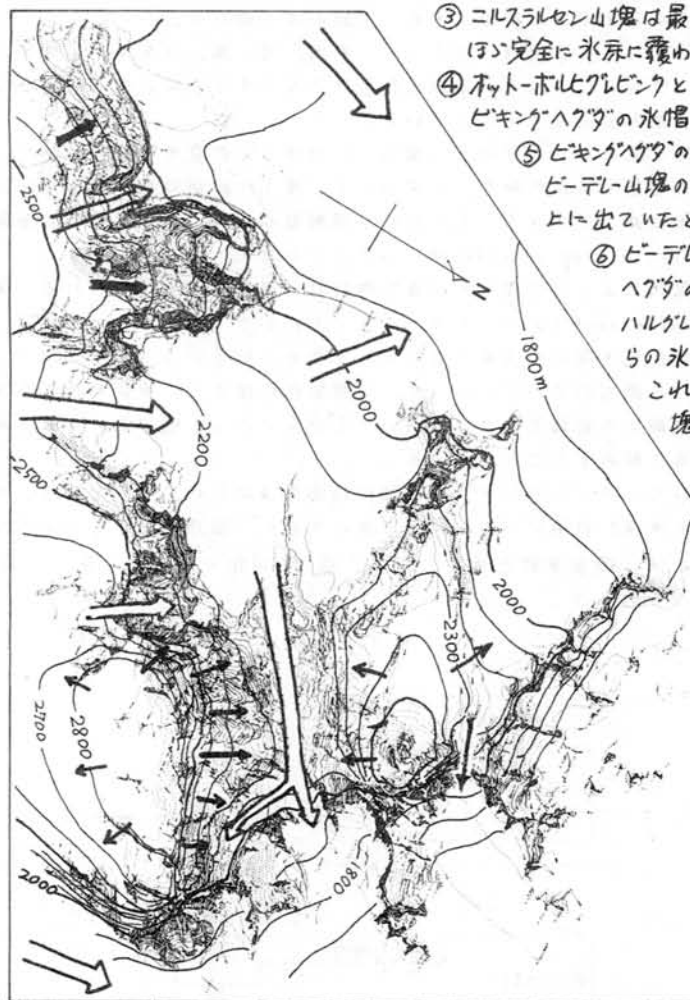
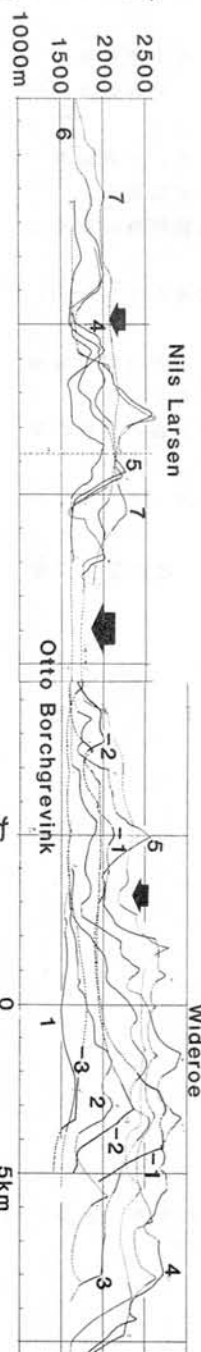
セール・ロンダーネ山地西部の氷河地形と過去の氷床復元

森脇喜一(極地研)・平川一臣(山梨大)・岩田修二(三重大)

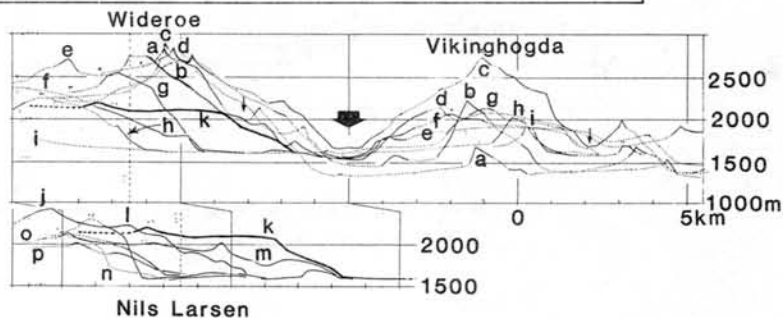


セル・ロンダーネ山地西端部の地形図を作成し、その主稜線と平行・直交する断面図を描いて過去のほぼ氷床最盛末期と考えられる時代の氷床復元と、当時の氷流を推定した。

- ① ニルスラルセン・ビーデレー山塊付近の最盛末期の氷床表面高度は2500m~2600mと推定される。
- ② ビーデレー山塊とビキングヘグダにはローカルな氷帽状のドームが形成されていて、氷は四方に流れた。



- ③ ニルスラルセン山塊は最高峰を除きほぼ完全に氷床に覆われた。
- ④ オットーホルヒグレビンクとタンガーレンはビキングヘグダの氷帽に覆われた。
- ⑤ ビキングヘグダの最高峰とビーデレー山塊の高峰は氷帽上に出ていたと推定される。
- ⑥ ビーデレーとビキングヘグダの間には、ハルグレイバス氷河からの氷河が流れ、これに両側の山塊からの山岳氷河が合流していた。



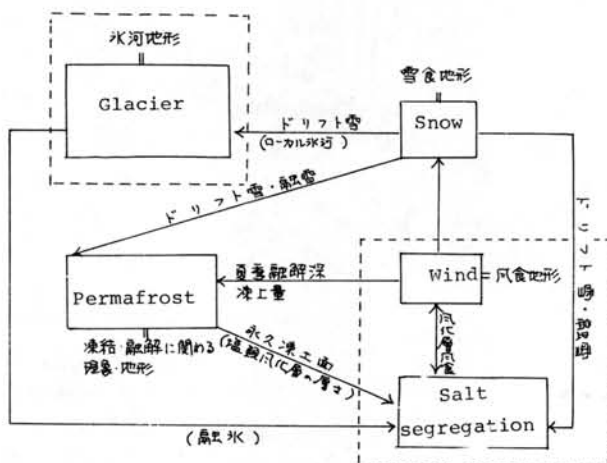
セールロンダーネ山地の地形発達システム

平川一臣（山梨大・教育）

寒冷・乾燥なセールロンダーネ山地（南極内陸山地）の地形発達に関する一つの考えを述べる。その考えをまとめて示すと、下図のようになる。

- 1) 地形を変化させる作用は、主として、氷河、雪、風、永久凍土、塩類の析出である。
- 2) これらの作用は、それぞれ地形変化をひき起こすほかに、相互に関連し、それによって一種の“地形変化系”をなしている。
 - a) 風は雪を飛ばし、ほぼ一定の場所に、ほぼ一定の量を恒常的にもたらす。この結果、水分（日射量；斜面の向き）と関わって、凍上～斜面物質移動や塩類風化に効く。
 - b) 風が永久凍土のあり方、とくに夏季融解層の有無、したがって斜面物質移動に効くことは、Brattnipene と Seal の例の示すとおりである。
 - c) 塩類風化によって生産された細粒物質は、風食され、更新される。関連して、Weathering lag gravel（デザートペーブメント）ができる。
 - d) 塩類風化の下限は永久凍土面によって決められている。したがって、風と日射（斜面の向き）と漂雪のていどによって、塩類風化の深さも、更新の速さも決まる。またトアが、平坦面より斜面上において高いことが多いのは、塩類風化－永久凍土面の関係に原因があると解釈することができる。
- 3) 全体として、セールロンダーネ山地の地形発達において重要なのは、氷河（とくにアウトレット氷河）の他に、地形変化の速さが遅い“塩類風化系”であろう。

たとえば、風食更新を受けにくい“塩類風化－永久凍土系”では、地形変化は著しく遅いであろう。



日射、斜面地形（方向など）、岩質などは所与のもの、あるいは適宜与えられるものとする。

セールロンダーネ山地東部、 バルヒェン地域の氷河地形と風化作用

林 正久・安仁屋政武
(島根大) (筑波大)

1. はじめに

バルヒェン地域はセールロンダーネ山地の東縁に位置し、バード氷河によって他のセールロンダーネ山地と隔てられている。露岩の高度は 2000m 以下で、かつては全域が大陸氷床で覆われた痕跡を示し、他のセールロンダーネ露岩地域にみられるような局地的な氷河で形成された地形が全く認められない。対象地域は北から Aust harmamen・Vest hjelmen 地域、Bulken・Hesteskoen 地域、南北 Balchen 地域に細分される(図 1)。

2. バルヒェン地域の氷食地形

南・北 Balchen はなだらかな凹凸を呈する stoss and lee 地形が顕著で南から北に向かって高度が現象する。露岩表面は基盤岩とそれを薄く覆う細粒分に乏しいモレーンや岩屑からなり、現在の氷床と接するものを除くとモレーン丘の地形はほとんどみられない。

南 Balchen は顕著な氷食崖は存在せず、節理や片麻岩の層理などの地質構造を反映した小突起・小凹地地形が広がり、緩やかな山列が NE-SW 方向に数本のび、南西部には小規模なヤセ尾根がみられる。一方、北 Balchen には氷食崖やスプーンでえぐり取ったような深い氷食窪地が点在する。その底部の深さは 100~150m、周辺の氷床面より 200~250m 低く、デブリに覆われた急崖で境され、露岩の表面は比較的擦痕の残存状態が良い。南 Balchen の北部と北 Balchen では露岩の大半が周辺の氷床面高度より低い位置にある。

Bulken や Aust harmaren 地域の露岩は氷床面よりかなり突出しており、西側の斜面は比高 200m を越える氷食崖、東側は比較的緩傾斜という非対称をなしている。氷食崖下には明瞭な側堆石がみられ、緩斜面側はデブリやモレーンに薄く覆われている。

3. バルヒェン地域の析出塩類と風化作用

砕石原、構造土、凍結割れ目、gelifluction lobe など周氷河現象は漂雪の飛来する斜面やモレーン原 (ice-cored) など水分の供

給の多い地域をはじめとしてかなり一般的に観察できる。しかし特に目につくのは析出塩類がいたるところに存在することである。その産状は岩石の表面に斑点状に付着するもの、岩盤の片理構造に沿って帯状に析出するもの、モレーンの細粒物をセメント状に固結したもの、堆積物の土壌中に塊状に結晶しているものなどかなり多様性に富む。析出塩類のほとんどは石膏である。特に北バルヒェンの深い氷食窪地の底部の岩盤上には長さ 30cm 径 5cm を越える石膏の結晶が 10m 四方に渡って分布する。数 cm の石膏結晶は北 Balchen、Bulken の各所にも散乱している。氷床から解放された時期が他のセールロンダーネ山地に比べて新しいと推定されるが、モレーンなどの礫の風化が進んでいるのは、こうした析出塩による塩類風化の影響が大きいものと考えられる。

また、Aust harmaren、Trillingane の高所、南 Balchen 南端部では desert pavement が存在し風食礫も点在する。これらの風食礫の表面には砂漠ワニス (desert varnish) が発達している。黄褐色の光沢を有する表面物質を分析した結果、ワニス状の物は厚さ数 μm 以下のジャロサイト - $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ の結晶皮膜であることが判明した。こうしたジャロサイト皮膜を有する礫は desert pavement のみられる地点以外にもかなり広範に存在する。ジャロサイトは SO_4^{2-} イオンが土壌や礫に含まれる Fe、K と結合しながら、礫の内部の、鉱物と鉱物の極微細な隙間を毛細管現象によって上昇し礫の表面で結晶したものである(図 3)。ただジャロサイト皮膜は礫の風化を妨げているように見える。風化に果たす役割については今後さらに詳しい分析が必要である。

4. バルヒェン地域の氷床変動

氷食地形、岩石の風化状態からみて、氷床からの解放は Aust harmaren・Vest hjelmen 地域 → 南 Balchen 南部・Bulken 地域 → 南 Balchen 北部・北 Balchen の順と考えられる。氷食谷や擦痕から推定される過去の氷床の流

動方向は南北で現在のものと変わらない。露岩の高度と周辺の氷床面高度の関係を図4に示す。現在の氷床面には ice-fall 状のステップがいくつも存在する。南 Balchenの南方北 Balchen の東方で高度が200m以上も急激に減少している。こうした ice-fall はかなり古い時期から存在していた可能性がある。す

なわち 北部の Aust harmaren地域が氷床から最も早く解放されたこと、北 Balchenの氷食窪地は氷床下の氷の流動の乱れによって形成されたと考えられることなどから、氷床はこうしたステップを保持したまま、平行的に後退しその厚さを減少させ氷床からの解放が進んでいったと推測される。

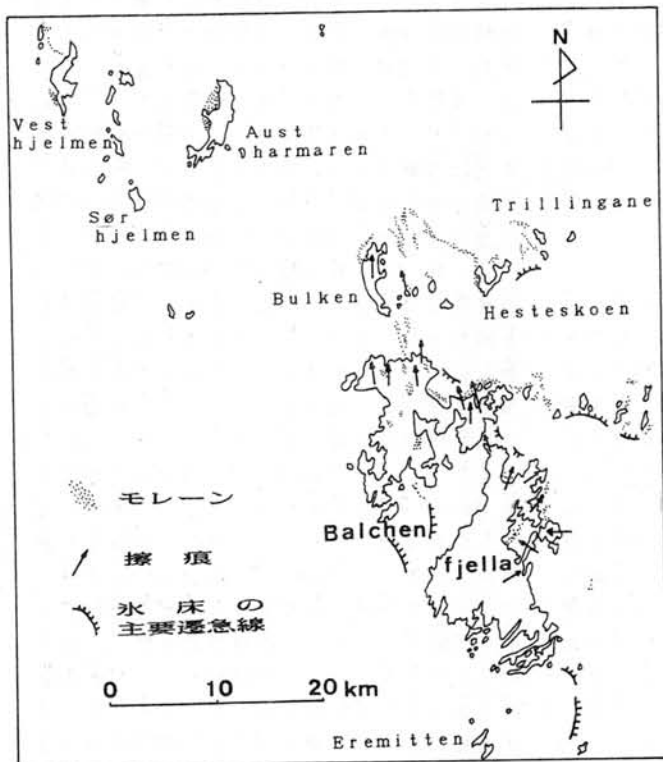


図1 バルヒェン地域の概観

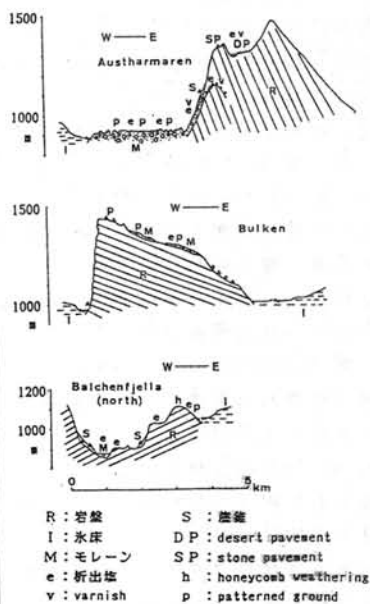


図2 バルヒェン地域の地形断面と諸現象

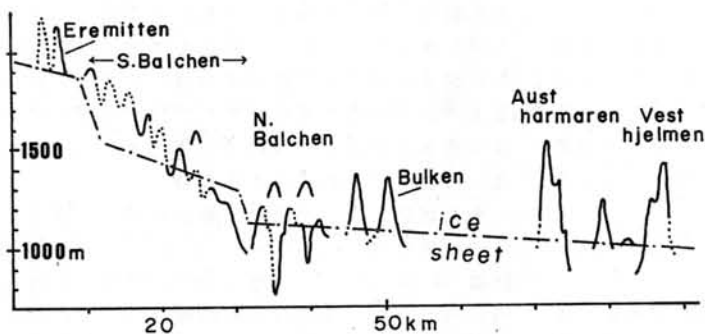


図4 バルヒェン地域の模式縦断面

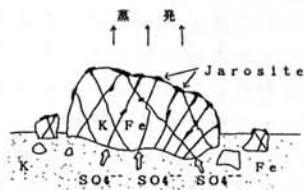


図3 ジャロサイト皮膜の形成過程

GEOLOGY OF THE EASTERN SØR RONDANE MOUNTAINS

Masao ASAMI (Okayama University), Hiroshi MAKIMOTO (Geological Survey)
and Edward S. GREW (University of Maine)

We, members of the ten-man summer field party of JARE-29, carried out geological field work mainly in the eastern part, "Balchenfjella area", of the Sør Rondane Mountains (around 72°S and 27.5°E). The field work lasted for twenty nine days from January 6 to February 3, 1988. During the geological survey, about 1,300 kg of rock samples were collected for petrographic and geochronological studies.

The exposures examined in this area are composed of high-grade gneissic rocks accompanied by small amounts of intrusive rocks. The intrusive rocks are limited to acid ones such as granite, pegmatite and aplite occurring as dikes and veins in the metamorphic rocks and to gabbro making up a small nunatak of Filringane. The absence of large intrusive masses is characteristic of this area in contrast to the western and central parts of the Sør Rondane Mountains where large masses of acid to intermediate plutonic rocks are recognized (Kojima and Shiraishi 1986; Shiraishi and Kojima, 1987; Asami and Shiraishi, 1987; Ishizuka and Kojima, 1987).

The metamorphic rocks consist largely of biotite-hornblende gneisses and subordinate hornblende gneisses and amphibolite. These gneisses are commonly migmatized by intrusion of granite and pegmatite. Garnet amphibolite, pyroxene granulite and garnetiferous pyroxene granulite are abundant locally. Marble containing graphite, spinel, diopside, phlogopite and forsterite are exposed as lenses in northern Austhamaren, northwestern Balchenfjella, southern Balchenfjella and in a northwest-trending belt of garnetiferous granulites of central Balchenfjella. The marbles are associated with coarse-grained aggregates of pargasite, diopside, scapolite and other calc-silicate minerals, and locally with fine-grained diopside-grossular granulites. Sillimanite-garnet-biotite gneiss were found as layers only at one locality of the northeastern end of southern Balchenfjella. The rare occurrence of pelitic rocks such as the sillimanite gneiss is also a lithologic feature in this area different from the western to central parts of the mountains. Other distinctive rocks are manganese-rich quartzite and spessartine-bearing rocks at Hettene and sulfide-rich rocks in lenses in the eastern part of southern Balchenfjella.

Metagneous rocks include melanocratic rocks, deformed dike rocks and gabbroic to dioritic orthogneiss. The melanocratic rocks form lenses and are common in migmatitic gneisses, particularly in Balchenfjella. We tentatively interpret these rocks to be premetamorphic mafic and ultramafic intrusives subsequently completely recrystallized and largely broken into lenses during metamorphism and deformation. In contrast to the melanocratic rocks, the dike rocks are clearly discordant and are less commonly broken into lenses. Nonetheless, the contacts of the dike rocks with country rock are commonly folded and the dike rocks are completely recrystallized. Biotitic dike rocks were found at 6 localities in Filringane, Vesthjelmen and Balchenfjella; garnetiferous dike rocks (with amphibole or pyroxene) were found at Austhamaren and Hestekoen. A body of resistant orthogneiss crops out within a belt of migmatitic gneisses that

is adjacent to the marble-bearing belt of garnetiferous granulites in Balchenfjella.

The biotite-hornblende gneisses and associated hornblende-rich rocks appear to have mineral assemblages characteristic of the amphibolite facies. Orthopyroxene-bearing assemblages indicative of granulite-facies conditions were found in the orthogneiss and in a few of the melanocratic rocks of northern Balchenfjella. Garnet-pyroxene granulites of northern Balchenfjella represent more extensive tracts of granulite-facies assemblages. Southern Balchenfjella and parts of Eremitten and a nunatak north of Eremitten are composed largely of granulite-facies rocks, including charnockitic gneiss, pyroxene granulite and rare garnet-pyroxene granulite.

Gneissosity and lineation of the metamorphic rocks are various in trend and dip throughout the area. Such variations appear to be controlled by some folds. Large-scale, recumbent, nearly isoclinal folds with the axes plunging gently west are exposed in Vesthjelmen and in a nunatak southwest of Hettene. Another large-scale structure is the northwest-trending antiform mapped in northern Balchenfjella. In Balchenfjella, metamorphosed dike rocks and the orthogneiss, as well as the biotite-hornblende gneisses and granulites, are deformed by abundant fault zones. Rocks within the fault zones are completely recrystallized as well as folded by dragging along the faults. These fault zones appear to be related to the regional amphibolite-facies metamorphism and migmatization, a tectonothermal event that retrograded the granulite-facies assemblages, which we interpret to be relict.

**Preliminary petrological studies of the metamorphic rocks
of the eastern Sør Rondane Mountains**

Edward S. GREW (Maine Univ.), Masao ASAMI (Okayama Univ.)
and Hiroshi MAKIMOTO (Geological Survey of Japan)

During the 29th JARE, field work was carried out in the Sør Rondane Mountains east of Byrdbræen (Figure 1) (Grew et al., in press; Asami et al., in preparation). This area is underlain by medium- to high-grade polymetamorphic rocks, in places extensively migmatized, which have been intruded by several generations of intrusive rocks, including deformed dike rocks.

The dominant metamorphic rocks are biotite and biotite-hornblende quartzofeldspathic gneisses, commonly well-layered and, in places, having a blastomylonitic appearance. Leucocratic varieties appear migmatitic in the field. Quartz, plagioclase, microcline, biotite, and hornblende are present in most sections; typical accessories are opaques, zircon, apatite, and allanite. Less common are garnet, clinopyroxene and sphene. Secondary minerals, most commonly chlorite, muscovite, and calcite, are ubiquitous; epidote is less common. A distinctive variety found at the marble locality in northwestern Balchen Mountain and at Austhamaren contains clots of cummingtonite with a rim of hornblende. Relics of orthopyroxene with stout lamellae of clinopyroxene are preserved in rocks from northern Austhamaren, implying that these cummingtonite-bearing gneisses were originally orthopyroxene-bearing granulites of possible igneous origin. In the southern part of Balchen Mountain and Eremitten, the quartzofeldspathic gneisses are commonly yellow-weathering instead of gray or pink, as are the gneisses further north. These "charnockitic" rocks commonly contain orthopyroxene or cummingtonite.

A few of the quartzofeldspathic gneisses contain garnet and biotite but no hornblende, and among accessory minerals, monazite but no allanite. A small amount of fibrolitic sillimanite or graphite is also present, implying that these rocks have a semi-pelitic composition. True pelites with abundant garnet and sillimanite, minor spinel, and traces of corundum were found in layers up to 3 m thick at a single locality north of Base Camp 2 in east-central Balchen. Another distinctive metasediment is a 0.5m-thick layer rich in garnet and quartz at Hettene. Other minerals are clinopyroxene, cummingtonite, relatively pale hornblende and biotite. The dark-brown weathering crust on this rock suggests that the ferromagnesian minerals may contain significant manganese.

A wide variety of mafic and ultramafic rocks form lenses and layers several meters to 20 m thick and more in the quartzofeldspathic gneisses. The mafic rocks contain little or no quartz. Plagioclase is generally the only feldspar, and both pyroxenes (as well as secondary cummingtonite) are more common by comparison with the quartzofeldspathic gneisses. Common mafic rocks are amphibolites and garnet amphibolites, some of which contain clinopyroxene, and in rare cases, orthopyroxene. In lenses from northern Balchen Mountain and Vesthjelmen, garnet is partially replaced by a intergrowth of hornblende, plagioclase, and (at Balchen Mountain), spinel. A few of the mafic rocks contain considerable pyroxene, not only in the southern part of the area, but also further north. One example is the "Kuroiwa" plagioclase-hornblende-clinopyroxene-orthopyroxene + garnet rock in a body nearly a kilometer long in Balchen Mountain 6 km northwest of Base Camp 2. This rock may be an orthogneiss. Another example is a plagioclase-clinopyroxene-garnet-fayalite + orthopyroxene granulite from northern Austhamaren. This assemblage implies the presence of manganese as well as iron-enrichment.

Ultramafic rocks are similar in mineralogy to the mafic rocks, but lack feldspar. At two localities near Base Camp 2 in Balchen Mountain are lenses of olivine-rich ultramafic with minor orthopyroxene and secondary talc. Reaction zones of biotite and amphiboles have developed between the olivine-bearing ultramafics and the host quartzofeldspathic gneisses.

Marble and calc-silicate rocks form lenses up to 10 m thick. A common variety of marble in the belt northwest of Base Camp 2 contains no quartz or feldspar, and is, at least in part, dolomitic. Characteristic minerals are forsterite, diopside, clinoamphibole, phlogopite, spinel, and graphite. Other marbles contain quartz, feldspars, scapolite, sphene, and, in one case, grossular. Calc-silicate rocks are similar to these in silicate mineralogy, but the amount of carbonate is much less. Clinopyroxene-scapolite-quartz-sphene + hornblende granulites occur in southern Balchen Mountain and Eremitten. A distinctive calc-silicate lens at the northern end of Austhamaren contains wollastonite, grossular, clinopyroxene, quartz and calcite. The wollastonite in this rock appears to be of regional metamorphic origin. Its absence elsewhere could be due to the incompatibility (at the particular pressure-temperature conditions of metamorphism in the eastern Sør Rondane Mountains) of wollastonite with feldspar and/or scapolite, which are present in the other calc-silicate rocks.

Unusual secondary minerals include hoegbomite, a mica tentatively identified as margarite, and a humite-group mineral. Hoegbomite occurs with opaque oxides, spinel, and corundum in sillimanite-rich pelitic gneiss (Balchen Mountain) and in a garnet amphibolite (Vesthjelmen); our finds constitute the second report of hoegbomite from Antarctica (see abstract by Grew, Shiraishi, and Hiroi in this volume). Margarite(?) occurs with corundum and epidote in a feldspathic gneiss, with chlorite, hoegbomite, and other oxides in the Vesthjelmen garnet-amphibolite, and in a spinel-plagioclase-clinopyroxene-hornblende mafic rock from northwest Balchen (with rare clinozoisite). The margarite appears to be derived from alteration of plagioclase. A humite-group mineral occurs with chlorite as a breakdown product of forsterite in spinel-bearing marbles northwest of Base Camp 2.

Of the clearly intrusive rocks cutting the metamorphic rocks in the eastern Sør Rondane, only the deformed dikes have been completely (or nearly so) recrystallized during one of the metamorphic events. These rocks are commonly well-foliated due to the preferred orientation of biotite; only somewhat larger plagioclases in a few samples could be relics of the original igneous mineralogy. Most dikes contain quartz, feldspars, hornblende, and biotite. In addition, in some dikes, sphene and apatite are abundant; in others, garnet; clinopyroxene is found in one dike. The dike rocks have been less affected by late alteration than the gneisses they intrude.

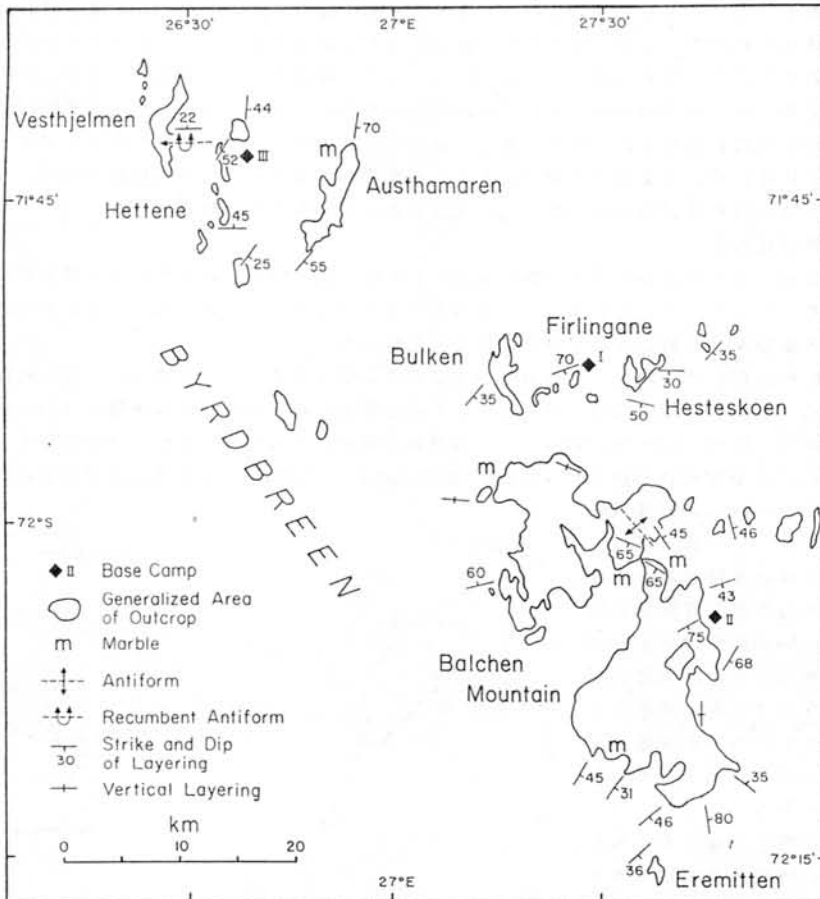
The metamorphic rocks of the eastern Sør Rondane have a three stage metamorphic history. The earliest stage was a medium-pressure granulite-facies event, in which the garnet-clinopyroxene assemblage was stabilized in mafic rocks, at least north of 72°05'S (Base Camp 2). The second stage was an amphibolite-facies event, which followed intrusion of the dike rocks described above. This stage was less intense in the southern part of Balchen Mountain and Eremitten than it was further north. Mafic rocks were less affected than associated quartzofeldspathic rocks, in many of which no trace of an earlier high-grade metamorphism is preserved. The third stage involved low temperature alteration to chlorite, muscovite, epidote, and calcite. This alteration varied in intensity from one rock to another, and in rare cases, was accompanied by tourmaline mineralization: Tourmaline was found in a pod in north Balchen Mountain and sparingly in the garnet amphibolite at Vesthjelmen. As no boron mineral was found in any of the other rocks studied, the tourmaline mineralization suggests introduction of fluids from a distant source during the low temperature alteration.

References

- Asami, M., Makimoto, H. and Grew, E.S.(in preparation): Geological field work in the eastern part of the Sør Rondane Mountains. Report of JARE-29(1987-1989). National Institute of Polar Research.
- Grew, E.S., Asami, M., and Makimoto, H.(in press): Field studies of the eastern Sør Rondane Mountains, East Antarctica, with the 29th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). Antarctic Journal of the U.S.

Figure 1

Map of the eastern Spry Rondane Mountains showing geological features obtained as a result of field work on the JARE-29 (from Grew et al., in press).



東南極セーロンダーネ山地に分布する高度変成岩類の原岩構成

小山内康人（福岡教育大）・白石和行（極地研）・先山徹（広島大）・
高橋裕平（地調）・児玉聡（福岡教育大）

東南極セーロンダーネ山地中～西部地域は、角閃岩相～グラニュライト相の変成岩類が分布する北部グループと、一部緑色片岩相の岩石を含み主に角閃岩相の変成岩類から構成される南部グループに区分される（Shiraishi et al., 1987）。両者の境界は大規模なシアゾーン（Main Shear Zone: MSZ）である。これらの変成岩類の原岩としては、砂～泥質岩、塩基性～酸性火成岩、石灰珪質岩が主体となり、少量の超塩基性岩も分布する。今回、演者らは JARE26～28 で得られた試料のうち、約 130 点について主要元素と 10 成分の微量元素（Rb, Ba, Sr, Zr, Y, V, Nb, Ni, Cr, Zn）を測定し、同地域の変成岩類の原岩構成について検討した。また、他の Gondwana 大陸構成地域との比較検討もあわせて行った。以下に、結果の一部をのべる。

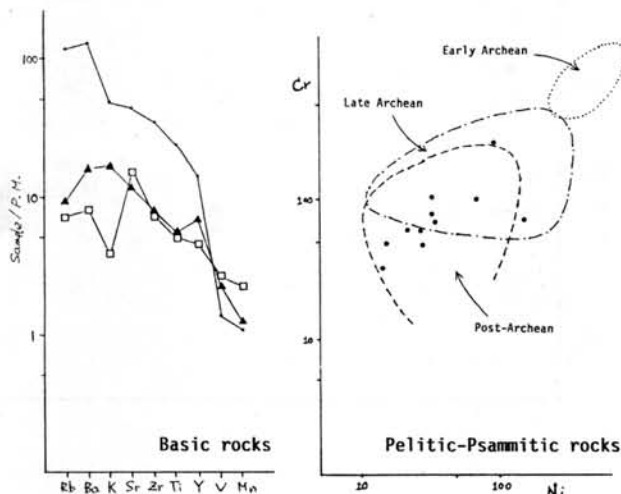
1) 塩基性変成岩類

マントル組成で規格化すると、LILE 元素に著しく濃集するパターンをしめすアルカリ岩起源のものと、やや LILE 元素に富みソレライト系列の傾向をしめすが、いわゆる MORB タイプとは異なるパターンをしめすものに区分できる。前者では Ba/Zr 比が 2.4～6.7 の広範な値をしめす。後者は種々の Discrimination 図で検討すると、島弧性ソレライト的な性格をしめす。両者はその分布に地域差は認められない。しかし、南部グループで Ba/Zr 比の高いアルカリ岩に富む傾向がある。また、MSZ 付近のマイロナイト化したソレライト系列の岩石では K に著しく枯渇する傾向がある。構成岩石および岩石化学的特徴からは、やまと・ベルジカ山脈地域の塩基性変成岩（小笠原ほか、1987）と類似する。

2) 砂泥質変成岩類

$SiO_2 \geq 52 \sim 53\%$ の片麻岩類の原岩としては、中～酸性火成岩類および砂泥質岩が考えられる。ACF、A'KF 図においてペライト～グレイワッケの領域にプロットされ、アルミナス鉱物を含む岩石を砂泥質岩起源として扱った。

本地域の変成作用は、約 1000 Ma および 500 Ma が考えられている。一方砕屑性ジルコンからは 2800 Ma も得られており、上述の砂泥質岩の原岩堆積は後期 Archean 以降と考えられる。Archean～Proterozoic では地殻の進化にともなって堆積岩中の Cr と Ni が減少することが知られているが（Tabor and McLennan, 1985）、本地域の砂泥質岩はほぼすべてが Post-Archean の堆積岩の領域にプロットされ、上述の想定された原岩堆積期と矛盾しない。これらの砂泥質変成岩類を Post-Archean の平均シェール組成で規格化すると、角閃岩相～グラニュライト相に達する変成作用にともなう脱水反応を反映して、LILE 元素に枯渇する傾向がみられる。Cr、Ni についても枯渇する傾向がみられ、より新しい時代の堆積岩であることが示唆される。



セールロンダーネ山地の閃長岩類の 全岩化学組成

先山 徹 (広島大・理) ・高橋裕平 (地質調査所)

セールロンダーネ山地 Lunckeryggen 地域には閃長岩類とそれに伴う花崗岩が分布している。今回、演者らはカナダ Chemex 社に依頼してこれら深成岩類の主成分及び微量成分 (Ba, Rb, Sr, V, Nb, Y, Zr, F, Zn, Ni, Cr, U, Th, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Nd) の分析を行い、いくつかの興味あるデータを得たので報告する。

閃長岩類は層状をなす粗粒な閃長岩と、層状構造を切る岩脈状の優黒質閃長岩、及びその両者を切り網目状に分布する石英閃長岩からなる。さらにストック状の花崗岩がこれら閃長岩類を貫いている。

層状閃長岩は幅数十 cm ～数 m の層状構造を示し、その構造は半ベーズン構造を示す。これらは単斜輝石、黒雲母、角閃石、カリ長石を主成分とし、燐灰石、スフェン、磁鉄鉱を副成分鉱物として含むが、単斜輝石に富みカリ長石に乏しい優黒質な岩相から単斜輝石を含まずカリ長石に富む優白質な岩相まで岩相変化が激しく、 SiO_2 は 43～59 wt.% に及ぶ。優黒質な岩相から優白質な岩相になるにつれて K_2O , Al_2O_3 が増加、 $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$, MgO , CaO , TiO_2 , P_2O_5 が減少し、 Na_2O は殆ど変化しない。また微量成分では SiO_2 の増加とともに Ba, Rb が増加し、Sr, Zn, Zr, V, Y, F, REE が減少する。このことは層状構造に伴うモード変化と対応し、単斜輝石・スフェン・燐灰石・ジルコンの分別とカリ長石の濃集を反映している。F の減少は角閃石の分別によるのかも知れない。

優黒質閃長岩岩脈は層状閃長岩の優黒質部と似た化学組成を示すが、やや TiO_2 に富む。

石英閃長岩は $\text{SiO}_2 = 55 \sim 61 \text{ wt.}\%$ の組成範囲を示し、閃長岩と較べて Al_2O_3 , Na_2O に富み、 $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$, MgO , CaO , TiO_2 , P_2O_5 に乏しい。

これら閃長岩類は $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ に富み (5～14 wt. %), ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - SiO_2 図でアルカリ岩の領域に入るが、ネフェリンなどのアルカリ岩に特有な鉱物を含まず、単斜輝石のエジリン成分は 10～20 モル % 程度で、また角閃石もややアルカリ成分に富むものの、ホルンブレンドの

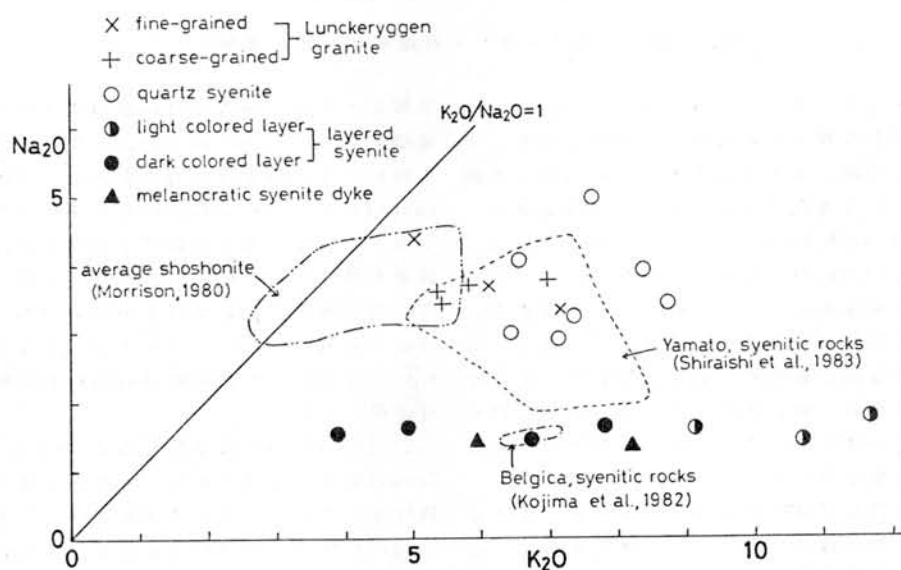
領域に入る。ノルムでは ne が出現するがその量は少なく、hy-ol normative な岩石も多くまれにノルム qz を含むものもあり、主体は saturate ～ near saturate なマグマであったと考えられる。閃長岩類の主化学成分の最も顕著な特徴は高い $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比 (第 1 図) である。特に層状閃長岩では 4～12 wt.% の K_2O を含むのに対し、 Na_2O は 1～2 wt.% しか含まれない。このような性質は shoshonite 系列の岩石に似ている。

Ti/100-Zr-Y*3 図で閃長岩は Pearce and Cann (1973) によるカルクアルカリ玄武岩の領域付近にプロットされる (第 2 図)。また、Ti, Zr, Y, Nb などの HFS 元素に対して K, Rb, Ba, Sr などの LIL 元素に富み、初生的マントルで規格化したインコンパティブル元素のパターンで Nb に顕著な負の異常が見られる。このような性質はサブダクションの影響のある島弧や大陸縁片部などの玄武岩の特徴と一致する。

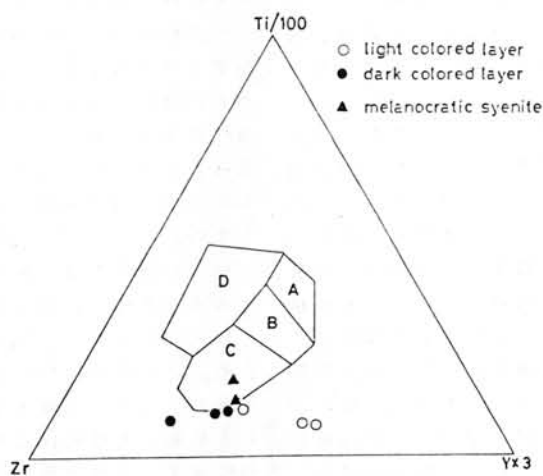
一方 Lunckeryggen の花崗岩も $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ に富みアルカリ質である。磁鉄鉱系に属することや F に富むことなども含め、A タイプ花崗岩の性質を有する。しかし、典型的な A タイプ花崗岩とくらべ、 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比が高く、Nb をはじめとする HFS 元素に乏しい傾向がある。そして Pearce et al. (1984) による Nb-Y 図や Rb-(Nb+Y) 図等では、かなりの部分が火山弧に分布する花崗岩と同じ領域に入る。

以上のことから、Lunckeryggen の花崗岩も含め、この地域の閃長岩類の活動はプレート内部のアルカリ岩質火成活動とは異なり、むしろ島弧や大陸縁辺にみられる shoshonite 系列に属する活動に近いものと考えられる。

東南極ではセールロンダーネ山地の他にやまと山脈やベルジカ山地に閃長岩類の存在が知られている。これらの閃長岩類もやはり、 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比が高い特徴を持つ (第 1 図)。東南極の連続した地域で、似た時期に同じ性質のマグマが活動していることは、東南極のテクトニクスを考えるうえで、興味深い。



第1図 セールロンダーネ山地の閃長岩類と花崗岩の Na_2O - K_2O 図



第2図 セールロンダーネ山地の閃長岩の $\text{Ti}/100$ - Zr - $\text{Y} \times 3$ 図

A～DはPearce and Cann (1973)による区分。

low-potassium tholeiites: A, B ocean-floor basalts: B
calc-alkali basalts: C, B within-plate basalts: D

Preliminary geochronological study of granulites from the Sør Rondane Mountains - a comparison of Rb-Sr and Sm-Nd ages -

Kazuyuki Shiraishi (Nat'l Inst. Polar Res.) and
Hiroo Kagami (Inst. for Study of the Earth's Interior, Okayama Univ.)

We report the preliminary results of whole-rock Rb-Sr and Sm-Nd isochron dating on granulite-facies metamorphic rocks from Brattnipene, central Sør Rondane Mountains.

Samples: Isotopic ratios of eight samples were measured with a MAT 261 mass spectrometer at the Institute for Study of the Earth's Interior, Okayama University. Four samples are enderbites which were collected within a hundred meters of each other. The other four samples are hornblende gneisses two of which are slightly altered to form secondary epidote and/or bluish green hornblende. The gneisses crop out within 500 m of the enderbite sampling area. The peak metamorphic conditions for recrystallization of the enderbites were estimated from geothermobarometry to be 800 °C and 7-8.5 kb (Shiraishi and Kojima, 1987). The hornblende gneisses were presumably metamorphosed under the same conditions.

Rb-Sr data: The $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ ratios are all low and no meaningful isochron can be drawn due to the considerable scattering of the data. Four enderbites, however, define an isochron of 1167 ± 127 Ma with very low initial ratio (0.7040).

Sm-Nd data: The $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ vs. $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ ratios for all eight samples defined an isochron of 999 ± 164 Ma with an initial ratio of 0.51158. The calculated uncertainty is high because the spread of $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ ratios is limited. The mean value of $T_{(\text{CHUR})}$ model ages (1027 Ma) is slightly greater than the isochron age, but is within the uncertainty of the isochron age.

Previous work has shown that the region was affected by a thermal event associated with plutonism about 500 Ma ago. This event may be the cause of the scatter in the Rb-Sr data. Nonetheless, four enderbites, which seem to be fresh under the microscope, yield a Rb-Sr isochron whose age is consistent with the Sm-Nd age within the uncertainties of the isochrons.

There are two possible explanations for the 1000 Ma ages: crust formation or metamorphism. The Sm-Nd isochron age being similar to the model ages and the low $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ initial ratio of the enderbites are consistent with the 1000 Ma ages dating a crust formation event. The scattering of the Rb-Sr data may be partly explained by differences in the initial ratios among the samples. On the other hand, resetting of Sm-Nd whole-rock isochrons may have been possible under the estimated conditions of granulite-facies metamorphism as discussed for the Napier Complex of Enderby Land (McCulloch and Black, 1984). Thus, the Sm-Nd isochron age could date the granulite-facies regional metamorphism, in which case the model ages suggest a short pre-metamorphic history for the protoliths.

We are currently analyzing mineral separates for Sm, Nd, Rb and Sr isotopes in order to determine mineral isochrons which should date the ages of the metamorphic events.

References

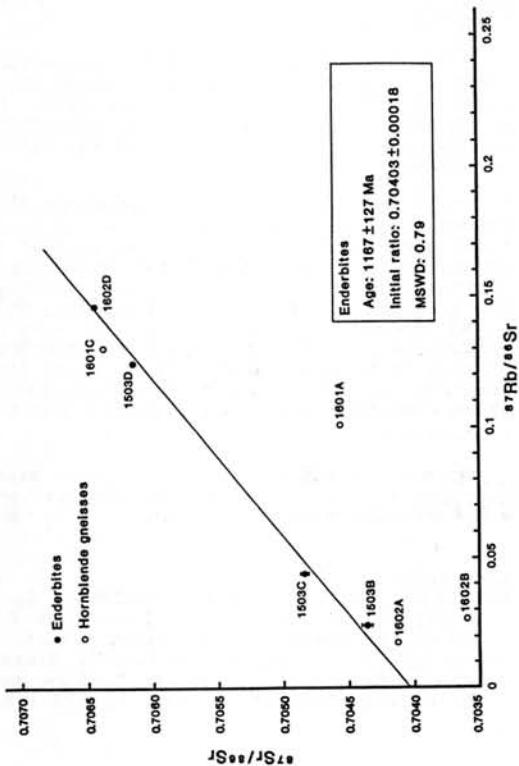
- McCulloch, M.T. and Black, L.P. (1984): Sm-Nd isotopic systematics of Enderby Land granulites and evidence for the redistribution of Sm and Nd during metamorphism. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 71: 46-58.
Shiraishi, K. and Kojima, S. (1987): Basic and intermediate gneisses from the western part of the Sør Rondane Mountains, East Antarctica. *Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci.*, 1, 129-149.

Rb-Sr isotopic compositions of granulite-facies rocks from Bratnispene, Sgr Rondane Mountains

Sample No.	Mineral Assemblage	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (±2σ)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (±2σ)
Enderbites					
85011503B	Bt-Cpx-Opx-Hbl-P1-Otz	2.472	291.8	0.024511	0.704357
				±138	±43
1503C	Bt-Cpx-Opx-Hbl-P1	3.591	236.2	0.03612	0.704839
				±165	±57
1503D	Grt-Cpx-Bt-Hbl-Opx-P1-Otz	8.933	207.7	0.124437	0.706150
				±248	±74
1602D	Bt-Cpx-Hbl-Opx-Kfs-P1-Otz	10.782	212.4	0.144425	0.706428
				±227	±31
Hornblende gneiss					
85011601A	Bt-Hbl-P1	6.776	193.0	0.101546	0.704555
				±191	±18
1601C	Bt-Hbl-Kfs-P1-Otz*	9.330	207.3	0.130228	0.706372
				±312	±19
1602A	Cpx-Hbl-P1-Otz	1.359	218.7	0.017974	0.704123
				±24	±24
1602B	Bt-Hbl-P1-Otz**	2.979	327.9	0.02478	0.705182
				±174	±20

* Secondary bluish Hbl-bg.

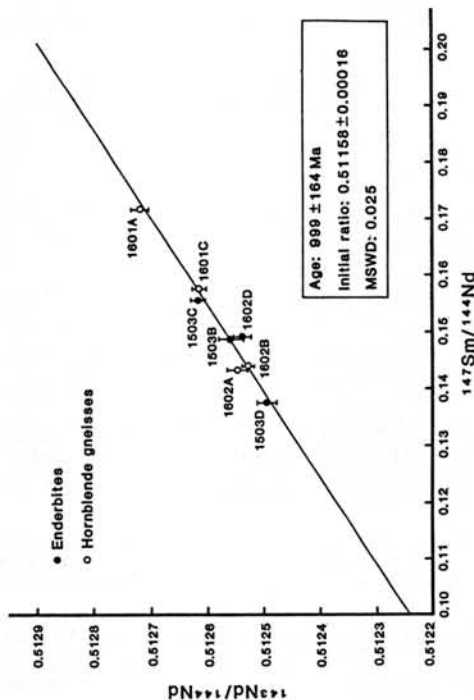
** Secondary Kp-bg.



Sm-Nd isotopic compositions and model ages*

Sample No.	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ (±2σ)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (±2σ)	$^{\text{CHUR}}$ (Ma)
Enderbites					
85011503B	4.925	20.029	0.148575	0.512558	1033
			±28	±23	
1503C	3.135	12.193	0.155449	0.512618	1064
			±59	±13	
1503D	2.732	11.996	0.137656	0.512494	1015
			±103	±18	
1602D	3.439	13.941	0.149138	0.512538	1081
			±55	±16	
Hornblende gneisses					
85011601A	1.215	4.279	0.171684	0.512718	1023
			±63	±18	
1601C	3.772	14.483	0.157449	0.512616	1038
			±256	±11	
1602A	6.563	27.694	0.143276	0.512546	988
			±256	±19	
1602B	4.861	20.418	0.143912	0.512527	1032
			±294	±11	

* $^{\text{CHUR}} = \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{0.513076 - (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})}{0.225 - (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})} \right]$, $\lambda = 6.54 \times 10^{-12} \text{ y}^{-1}$



セールロンダーネ山地の深成岩類のRb-Sr年代

高橋裕平(地調)・荒川洋二(筑波大)・先山 徹(広島大)

1. まえがき

セールロンダーネ山地は、ベルギー隊や最近の日本隊の調査により、その地質学的概要が明らかとなってきた(Van Autenboer and Loy, 1972; Kojima and Shiraishi, 1986; Ishizuka and Kojima, 1987)。この中、深成岩類については、Sakiyama et al. (in press) が、地質学的記載岩石学的性質を系統的にまとめている。

一方、セールロンダーネ山地の地質年代は、ベルギー隊の調査に基づいたものが中心で(Picciotto et al., 1963; Pasteels and Michot, 1970)、最近の日本隊の成果を加味して検討する必要が出てきた。そこで、今回、Sakiyama (in press) に基づいて、深成岩類のRb-Sr年代を求め、予察的ではあるが、セールロンダーネ山地の火成活動史を考察してみた。

2. 地質概説

セールロンダーネ山地の深成岩類は、広域的な東西性のマイロナイト化作用を境として、大きく、古期と新期の岩石に分けられる。古期岩は、広域的なマイロナイト化作用を受けているほか、周囲の岩石と調和的な内部構造を有したり、調和的な貫入形態をなしている。主にトータル岩、花崗閃緑岩、花崗岩からなる。それに対して、新期岩は、広域的なマイロナイト化作用を受けておらず、周囲の岩石に対して非調和的な貫入形態をなしている。主に、閃長岩、石英閃長岩、花崗岩からなる。

3. Rb-Sr年代

セールロンダーネ山地の岩石について、多数の全岩化学組成値(主成分及び微量元素成分)を既に得ており、データの公表が一部なされている。この化学分析がなされた岩石の中から、代表的な深成岩類について、Rb-Sr全岩年代を求めた。Rb, Srの値は、既に求められている全岩化学組成値を用いた。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 値は、筑波大学分析センターの質量分析装置

によって求められた。アイソクロン年代の決定や誤差の見積もりは、Arakawa and Takahashi (1988) で述べた方法による。

3.1 古期岩

トータル岩：本岩は、Van Autenboer and Loy (1972) によって、Nils Larsen 層群とされてきたものである。6試料(P7, P8, P9, P10, P11, P30)から、 728 ± 114 (2 σ , 以下同様) Ma が得られた。6試料のうち、全体の傾向からやや外れる1試料(P8)を除く残る5試料で、 763 ± 53 Ma となる。一方、本岩中の碎屑性ジルコンのU-Pb年代として950 Ma が報告されている(Pasteels and Michot, 1968)。

石英閃緑岩-花崗閃緑岩複合岩：産状的にも岩質的にもよく似ているMefjell及びAustkampaneの岩石4試料(P39, P40, P48, P49)から 594 ± 198 Ma が得られた。誤差が大きいのは、本岩が、離れた山塊2ヶ所のものであることと、本岩を一応一連の複合岩としているが、石英閃緑岩が花崗閃緑岩を侵していることなど、若干地質学的問題を含んでいることによると思われる。

3.2 新期岩

閃長岩-石英閃長岩複合岩：Lunckeryggenの閃長岩5試料(P2, P25, P32, P34, P46)と石英閃長岩7試料(P3, P4, P17, P18, P35, P37, P42)を測定したが、良好なアイソクロンを引くことができなかった。本岩は、岩石成因的に均質化の時期などに関して、複雑な過程を要する必要があるのかもしれない。

花崗岩：Lunckeryggenの花崗岩体の中、中-粗粒相4個(P27, P52, P53, P55)、細粒相3個(P28, P29, P47)、アマゾナイト含有優白質岩(P50)を測定した。中-粗粒相で、 204.7 ± 12.5 Ma、細粒相で、 215 ± 39.8 Ma となる。両者7個では、 203.1 ± 16.6 Ma、アマゾナイト含有岩を加えた8個で、 $195.4 \pm$

16.4 Ma となる。

4. 火成活動史

今回得られた Rb-Sr 全岩年代をまとめると、古期岩では、トータル岩が約 750 Ma、石英閃緑岩-花崗閃緑岩複合岩が約 600 Ma、である。新期岩では、Lunckeryggen 花崗岩が約 200 Ma である。これまで得られている各種の手法による年代値から、Romnesfjell 花崗岩が約 450-500 Ma (350 Ma という値もある)、調和的産状を呈する Strandrudfjell 花崗岩が約 550-600 Ma である (Picciotto et al, 1963; Pasteels and Michot, 1968)。

これらを取りまとめると、別表のような火成活動史を考えることができる。

表 セールロンダーネ山地の火成活動

Ma		
200-	Lunckeryggen 花崗岩	(新 期)
	- 閃長岩-石英閃長岩 複合岩	
400-	Romnesfjell 花崗岩	(古 期)
	- 広域的マイロナイト化作用	
600-	石英閃緑岩-花崗閃緑岩 複合岩 調和的花崗岩	
	-	
	トータル岩 (Nils Larsen 層群)	
800-		

ここで、最も興味深いのは、Lunckeryggen 花崗岩の 200 Ma という年代である。このような年代値は、東グリーンモードランドで従来報告がない若い値である。この位置付けや意義を現時点では充分にできないが、Craddock (1975) の 500 万分の 1 の南極大陸の地質図において、西グリーンモードランド、New Schwabenland の Gburek Peaks に、ジュラ紀の閃長岩として記されている岩体がある。グリーンモードランドにおいて、三疊紀-ジュラ紀に深成岩 (アルカリ岩質) の活動が、散在しながらも広汎にあった可能性がある。

5. 今後の問題点

予察的とは言え、今回得られた Rb-Sr 年代値は、深成岩の活動史を考える上で、多くの示唆を含んでいる。今後のセールロンダーネ山地の地質調査を進めていく上での留意点を列記してみる。

- (1) 200 Ma の Lunckeryggen 花崗岩の位置付け。
- (2) 450 Ma 程度とされている粗粒花崗岩について、日本隊はあまり注意して調査しておらず、見直しが必要かもしれない。Lunckeryggen と同様に若い岩体があるかもしれない。特に、山地南部に広く分布する Dufek の花崗岩は、200 Ma のグループか 450 Ma のグループか、どちらに帰属するのか。
- (3) 600 Ma の深成岩体の再調査の必要性。一つの候補として、比較的広くまとまっている Mejell の岩体が挙げられる。
- (4) このように深成火成活動史を整理した上で、改めて、個々の岩体について岩石学的研究をしなければならぬであろう。

シンポジウム プロシーディングスの発行について

例年と同様に当シンポジウムのプロシーディングスを発行しますので、下記により論文の投稿をお願い致します。

1. 投稿締切り日： 昭和64年2月28日（火）

次回シンポジウム時に合わせて発行するために期日は厳守して下さい。

2. 投稿要領

論文は刷りあがり10ページ以内とします。この場合、原稿はタイプ用紙ダブルスペースで15枚以内となり、図、表が増えた分、原稿は少なくして下さい。図は2枚で1ページ程度です。プロシーディングスの性格上、発表論文は短くても結構（短報として扱う場合もあります）ですから投稿して下さい。投稿されない場合でも英文アブストラクトは提出してください。この場合、図表は避けて下さい。

3. その他

シンポジウムプログラムをプロシーディングスに掲載致しますので、英文題目とローマ字表記著者名を次頁の表により地学プロシーディングス編集幹事までお知らせ下さい。

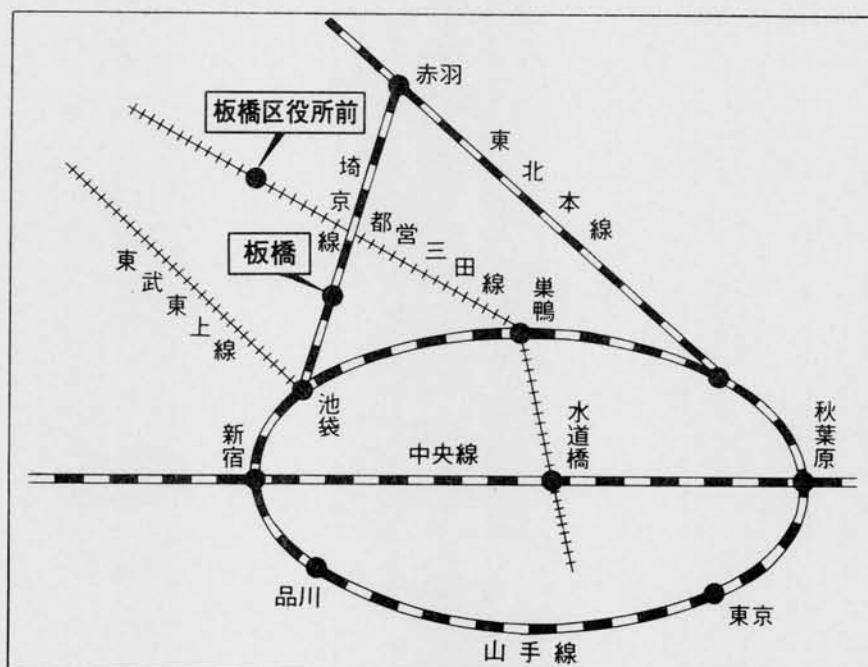
4. 投稿先： 〒173 東京都板橋区加賀1-9-10

国立極地研究所 地学プロシーディングス編集幹事

発表者は全員ご提出下さい

地学シンポジウムプロシーディングス 申込書

1. 投稿する
投稿しない
2. 予定論文英文題目（投稿しない方は発表論文英文題目）
3. 主著者（所属） [英文表記]
4. 共著者（所属） [英文表記]
5. 連絡先



- JR (埼京線)板橋駅下車徒歩15分
- 地下鉄 (都営三田線)板橋区役所前下車徒歩10分

国 立 極 地 研 究 所
 東京都板橋区加賀 1 - 9 - 10
 電 話 (03)962-4711

